

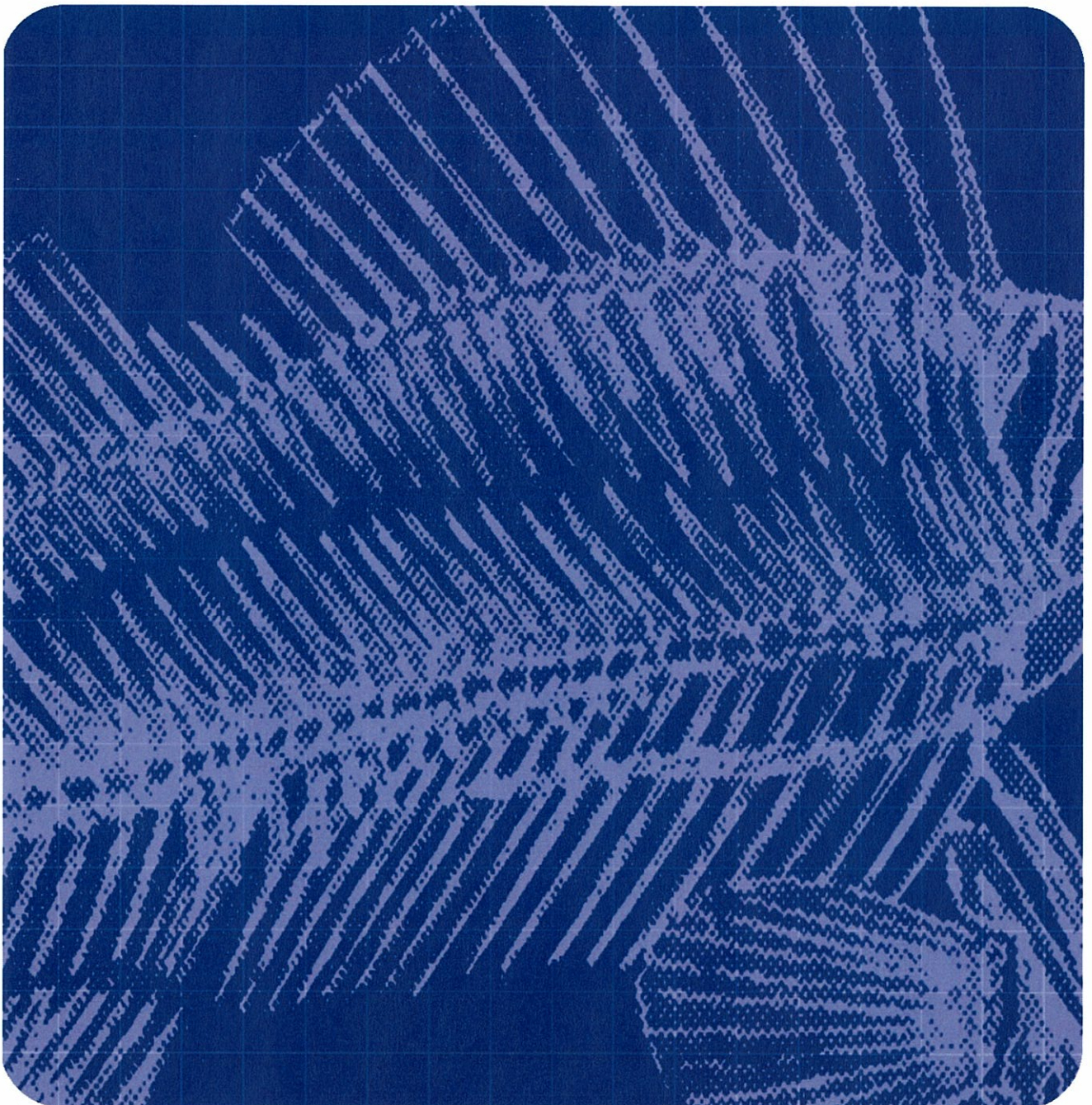


# Fiskeriforskning

RAPPORT 4/2000 • Utgitt februar 2000

## **Forskningsvirksomheten 1999**

Årsrapport til Fiskeridepartementet og Norges forskningsråd





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
  - aktuelle oppdrettsarter
  - bioteknologiske produkter
  - teknologiske løsninger
- for dermed å gi konkurransedyktige virksomheter.

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:  
Muninbakken 9-13  
Postboks 6122  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:  
Kjerreidviken 16  
N-5141 Fyllingsdalen  
Telefon: 55 50 12 00  
Telefaks: 55 50 12 99  
E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)



**Fiskeriforskning**

**Fiskeriforskning**  
(Norsk institutt for fiskeri og havbruksforskning AS)  
9291 Tromsø  
Telefon 77 62 90 00, Telefaks 77 62 91 00  
E-post: fiskforsk@norut.no  
Internett: www.fiskforsk.norut.no

## RAPPORT

<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>	<i>Rapportnr:</i> 4/2000	<i>ISBN-nr:</i> 82-7251-441-9
<i>Tittel:</i> <b>Forskningsvirksomheten 1999</b> <b>Årsrapport til Fiskeridepartementet og Norges forskningsråd</b>	<i>Dato:</i> 29. februar 2000	
	<i>Antall sider og bilag:</i> 37	
<i>Forfatter(e):</i> Hilde Hamnes (red.), Roger Richardsen, Knut Sunnanå, Egil Olsen Atle Mortensen, og Jens-Eric Eliassen.	<i>Ans. sign:</i> 	
<i>Senter:</i> Alle	<i>Prosjektnr.:</i>	
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeridepartementet Norges forskningsråd	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> 98/1182 111136/130	
<i>Stikkord:</i> Økonomi og marked, industriell foredling, marin bioteknologi, havbruk, ressursforvaltning		
<i>Gjelder:</i> <p>Rapporten gir en beskrivelse av totalvirksomheten ved instituttet. Forøvrig viser vi til instituttets trykte årsmelding/årsrapport som vil komme i løpet av våren.</p> <p>Forskningsresultater som vi spesielt ønsker å fremheve fra 1999 er presentert i et eget sammendrag.</p> <p>Bruken av bevilgningen fra Fiskeridepartementet og grunnbevilgningen fra Norges forskningsråd er beskrevet i mer detalj i egne rapporter.</p>		



# INNHOLD

UTVALGTE RESULTATER FRA 1999 .....	1
1 INNLEDNING .....	3
2 ØKONOMI OG MARKED.....	5
2.1 Markeds- og produktutvikling.....	5
2.2 Næringsutvikling.....	6
2.3 Bedriftsutvikling.....	7
3 INDUSTRIELL FOREDLING.....	9
3.1 Råstoff og produktutvikling .....	9
3.2 Prosessutvikling .....	11
3.3 Analyser og metodeutvikling .....	13
4 MARIN BIOTEKNOLOGI.....	17
4.1 Fiskehelse .....	17
4.2 Marine naturstoffer.....	18
5 HAVBRUK .....	21
5.1 Optimalisering av lakseoppdrett.....	21
5.2 Nye oppdrettsorganismer og oppdrettskonsepter – marine arter.....	22
5.3 Eksperimentell fiskeribiologi.....	25
6 MARINE RESSURSER.....	27
6.1 Skalldyr .....	27
6.2 Sjøpattedyr.....	28
6.3 Kystressurser .....	29
6.4 Flatfisk.....	32
6.5 Metodeutvikling .....	33
7 FORMIDLINGSAKTIVITETER OVERFOR INDUSTRIEN .....	35



## UTVALGTE RESULTATER FRA 1999

### Industri- og marked

- *Best lønnsomhet for fleksible bedrifter:* Størrelsen på norske fiskeindustribedrifter har liten betydning for lønnsomheten. Det avgjørende er at bedriften har tilpasningsevne for å takle fiskerinæringens sterke svingninger i råstofftilgang og markeder.
- *Rekordresultater i fiskeindustrien i 1998:* Driftsundersøkelsen for fiskeindustrien 1998 viser at fiskeindustrien i gjennomsnitt hadde ett av de beste resultat som er registrert siden instituttet startet de årlige undersøkelsene. Særlig innen torskefisksektoren var totalkapitalavkastningen god, mens pelagisk industri hadde underskudd pga. svikt i det russiske marked.
- *Forbrukerne i Tyskland og Frankrike fornøyd med norsk laks:* Hovedresultatet fra en omfattende undersøkelse viser at konsumentene hovedsaklig bruker farge som kvalitetsindikator.
- *Skånsom slakting øker kvaliteten:* Resultatene viser at skånsom bedøving (krydderekstrakt) eller meget rask avlivning gir utsettelse av dødsstivheten i forhold til gjellekutting. De nye metodene gir bedre kvalitet på laksen.
- *Røntgen kan gi automatisk beinfjerning:* Fra fiskeindustriens side er det et klart definert behov å kunne lokalisere bein, parasitter og blodflekker i fiskefileten, og deretter automatisk kunne fjerne disse. Dette vil gi en mer effektiv produksjon, og kvaliteten på produktet kan garanteres. Ved bruk av røntgenbilder kan bein detekteres. Resultatene er lovende, men teknikken er ennå ikke god nok til at den kan implementeres i industrien.
- *Isolering og rekombinant uttrykk av gener til marine enzymer:* Fiskeriforskning har lyktes i å sekvensere hele genet for enzymet alkalisk fosfatase, som har stor kommersiell anvendelse innen molekylær biologi. Det er også lyktes å uttrykke enzymet Chlamycin B rekombinant.

### Havbruk og fiskehelse

- *Årsaken til vintersår:* Fiskeriforskning har vist at *Vibrio viscosus*, men ikke *V. wodanis*, kan overføre vintersår på frisk uskadet laks. Fiskeriforskning har nylig sammen med Norges fiskerihøgskole ikke kunnet påvise noen sammenheng mellom forekomst av lakselus og vintersår.
- *Utvikling av flatbunnet merd:* I 1999 ble utviklingen av en ny flatbunnet merd slutført i samarbeid med Refa a.s. Merden, som nå er patentert, kan benyttes til flere formål, deriblant til akklimering av nyfanget torsk og oppdrett av bunnlevende fisk som kveite og steinbit. Bunnen i merden kan heves pneumatisk, og bunnen er så stiv at det er mulig å gå på den når merden er i overflatestilling. Merden representerer derfor et stort fremskritt når det gjelder muligheten for kontroll og lettvent røkting, og den er allerede tatt i bruk av flere oppdrettere.
- *Fôr til kråkebolle:* Et fôr som gir god gonadevekst (rognvekst) og god gonadekvalitet hos innsamlede kråkeboller har vært under utvikling siden 1995. I 1999 ble kommersiell produksjon av dette fôret startet ved en fabrikk i Båtsfjord. Dermed er en viktig milepæl i utviklingen av kråkebolleoppfôring som ny næring passert.

## Marine ressurser

- *Reker*: Det er observert nedgang i rekebestanden og en manglende 96-årsklasse, noe som kan gi rekeflåten dårligere resultater de nærmeste årene.
- *Vågekval*: Foreløpige resultater fra Finnmarkskysten synes å vise at en mye større sildekomponent var på kvalmenyen (41 %) i 1999 i forhold til 1998, og at også lodda spiller en større rolle i 1999 (33 %). Krillens rolle er betydelig redusert (til 15 %), likeledes hysas (6 %).
- *Kongekrabbe*: Nye sterke årsklasser av kongekrabbe ser ut til å rekruttere til bestanden. Det er først og fremst årsklassene 1992, 1993 og 1994 som ser ut til å være sterke. Disse årsklassene ble observert i store mengder langs kysten av Varanger og Tanafjorden, slik at det er rimelig å anta at disse årsklassene vil bidra til økte mengder av stor kongekrabbe om ca. 3 - 5 år.
- *Bestanden av Norsk kysttorske* er redusert fra 1998 til 1999. Både totalbestanden og gytebestanden er nær det laveste nivået som er estimert i perioden 1984-1999. Fiskedødeligheten (4-7 år) har vært relativt høy i årene 1996-1998. Dette har resultert i at den eldre delen av bestanden har blitt hurtigere redusert enn tidligere antatt.
- *Fortsatt lite rognkjeks*: Det er fortsatt en liten gytebestand av rognkjeks og andelen stor gytefisk har gått ned. Rognkjekskvoten er satt ned til 2000 l/fartøy. Effekten av økt maskevidde er positiv. Metodikk for aldersbestemmelse er under utvikling.



# 1 INNLEDNING

Denne rapporten gir en kort beskrivelse av totalvirksomheten ved Fiskeriforskning i 1999 og går til Fiskeridepartementet og Forskningsrådet. Det er utarbeidet egne rapporter som mer detaljert beskriver bruken av bevilgningen fra Fiskeridepartementet og grunnbevilgningen fra Forskningsrådet.

Forøvrig viser vi til instituttets trykte årsmelding/årsrapport som vil komme i løpet av våren.

## Formål

Fiskeriforskning er et aksjeselskap i forskningskonsernet NORUT Gruppen, og eies 51 prosent av NORUT Gruppen AS og 49 prosent av Fiskeridepartementet. Instituttets vedtektsfestede målsettinger er tredelt:

- å fremme og utføre forsknings- og utviklingsarbeid for fiskeri- og havbruksnæringen som kan bidra til å utvikle en konkurransedyktig næring og en best mulig utnyttelse og forvaltning av havets ressurser.
- å tjene som rådgiver for Fiskeridepartementet, Fiskeridirektoratet og andre myndigheter, fiskeri- og havbruksnæringen og annen næringsvirksomhet.
- å gjøre forskningsresultatene kjent for norsk fiskeri- og havbruksnæring og formidle kunnskap til samfunnet forøvrig.

Fiskeriforskning er et institutt for *anvendt* forskning. Det er instituttets oppgave å videreutvikle kunnskap og idéer fra grunnforskningsmiljøene til resultater som kan utnyttes og tas i bruk av fiskeri- og havbruksnæringen. Fiskeriforskning vil gjennom forskningen bidra til økt verdiskaping bygd på et ansvarlig fiske, og derved medvirke til livskraftige kystsamfunn.

Fiskeriforskning er et *flerfaglig* institutt som dekker de fleste fagområder i verdikjeden, fra ressursgrunnlaget til konsumentene. Den faglige virksomheten er organisert i fem forskningsenheter: *Økonomi og marked*, *Industriell foredling*, *Marin bioteknologi* (inkl. fiskehelse), *Havbruk* (inkl. levendefiske teknologi og eksperimentell fiskeribiologi) og *Marine ressurser*.

## Infrastruktur

Fiskeriforskning utgjør en sentral del av den nasjonale infrastrukturen for forskning for fiskeri- og havbruksnæringen:

*Mikrobiologiske og biokjemiske laboratorier:* Instituttet har velutstyrte analyselaboratorier for biokjemiske, genteknologiske, bakteriologiske og virologiske analyser. Videre har instituttet spesialrom som omfatter rom for behandling av eksplosjonsfarlige stoffer (eterrom), rom for eksperimenter med radioaktive stoffer (isotoprom), rom for celledyrking/virusdyrking (cellelab) og rom for dyrking av bakterier (mikrobiologilab). Laboratoriene er godkjent for genteknologisk arbeid med klasse I og klasse II organismer (ikke sykdomsfremkallende og definerte fiskesykdomsfremkallende bakterier og virus). De viktigste analysefunksjonene er akkrediterte.

*Den industrielle forsøkshallen* gir mulighet for utvikling og utprøving av prosesser og utstyr for produksjon basert på marine råstoffer. Forsøkshallen gir også muligheter til eksperimentell produksjon i pilotskala og til produksjon av prøveprodukter.

*Sensorikklaboratoriet* gjør det mulig å bedømme fiskeproduktenes lukt, smak og konsistens. Et spesieltrenet dommerpanel kan utføre både enkle forskjellstester og mer utdypende beskrivende analyser.

*Havbruksstasjonen i Tromsø*, beliggende i Kårvika på Ringvassøya, består av et landanlegg til småskalaeksperimenter i både ferskvann og saltvann under kontrollerte betingelser, et sjøanlegg til storskalaforsøk og et fiskehelselaboratorium med bl.a. mulighet til å kjøre kontrollerte smitteforsøk. Denne kombinasjonen gir unike forskningsmuligheter og gjør stasjonen til en av verdens mest avanserte havbruksstasjoner. Stasjonen er en felles forsøksfasilitet for Fiskeriforskning og Universitetet i Tromsø (Norges fiskerihøgskole). Havbruksstasjonen eies av Fiskeridepartementet. Driften av stasjonen utføres av et eget selskap som eies av Fiskeriforskning og Universitetet i Tromsø.

*Forskningsfartøyer*: Fiskeriforskning har en leieavtale med Universitetet i Tromsø om bruk av FF "Jan Mayen". Dette er instituttets hovedplattform i ressursforskningen. I tillegg leies andre forskningsfartøyer eller fiskefartøy etter behov.

## **Finansiering**

Fiskeriforskning får en årlig grunnbevilgning fra Norges forskningsråd, Bioproduksjon og foredling. I 1999 var grunnbevilgningen på 12,2 mill. kr og utgjorde ca. 14% prosent av de totale inntektene ved instituttet.

Fiskeriforskning får videre en årlig bevilgning over Fiskeridepartementets budsjett. I 1999 var bevilgningen på til sammen 18,8 mill. kr. Bevilgningen er knyttet til følgende nasjonale oppgaver:

*Drift av Havbruksstasjonen i Tromsø*: Deler av bevilgningen (ca. 6 mill. kr) er allokert til basisdrift av stasjonen, og utgjør ca. 49 prosent av driftskostnadene. (Fiskerihøgskolen betaler ca. 40 prosent av de faste driftskostnadene etter omforent budsjett. De øvrige driftskostnadene betales gjennom eksterne prosjekter.)

*Ressursforskning*: I en arbeidsdeling med Havforskningsinstituttet utfører Fiskeriforskning forvaltningsrettet ressursforskning på oppdrag fra Fiskeridepartementet. Fiskeriforskning fokuserer på forskning på reker, sjøpattedyr, kystressurser og flatfisk.

*Industri- og markedsrettede basisaktiviteter*, herunder den årlige driftsundersøkelsen i fiskeindustrien.

Fiskeriforskning fikk i 1997, 1998 og 1999 en ekstrabevilgning fra Fiskeridepartementet til markedsrettet produktutvikling på til sammen 5.250 mill. kr. Denne satsingen er planlagt videreført de kommende år.

## 2 ØKONOMI OG MARKED

Økonomi- og markedsforskningen har som mål å bidra til næringsutvikling og verdiskaping gjennom utvikling og spredning av anvendt kunnskap, teori og metode om bedrift, marked, og næringsøkonomi.

Våre prioriterte områder innen økonomi- og markedsforskning er:

*Markedsutvikling:* Internasjonal markedsføring, nye markeder og nisjer, trender, forbrukeratferd, distribusjon og markedsføringstiltak.

*Produktutvikling:* Barrierer og suksesskriterier, markedsorientering, produktkonsepter, testmarkedsføring og lansering.

*Næringsutvikling:* Bedriftens omgivelser. Lønnsomhet, effektivitet og produktivitet i foretak, bransje og verdikjede.

*Bedriftsutvikling:* Effektiv bedriftsøkonomisk styring og intern ledelse og styring av kvalitet, produkt og prosesser.

### 2.1 Markeds- og produktutvikling

Fiskeriforskning er med nærmere 10 årsverk innen fiskerifaglig markedsforskning ett av de tyngste nasjonale enkeltmiljø på dette området. De siste år har vi satset bevisst på kompetanseoppbygging både i form av doktorgradsarbeid, men også gjennom systematisk oppgradering av metodekunnskap. En forsker avsluttet sin avhandling i 1999, og disputerte ved Handelshøgskolan i Gøteborg 4.februar 2000. I løpet av 2000 har ytterligere to forskere planlagt å slutføre sine avhandlinger. I tillegg er en forsker halvveis i sin doktorstipendiatperiode og holder oppsatt fremdriftsplan.

Flere publikasjoner i internasjonale tidsskrifter, samt foredrag på internasjonale konferanser viser at senteret nå har oppnådd det ”kvalitetsstempel” som har vært en bevisst målsetting.

*Kvalitet og marked – bedre muligheter for norsk laks gjennom segmentering og kvalitetsforbedring.*

Prosjektet har vært ledet av Fiskeriforskning i samarbeid med HI, Sintef, Akvaforsk og Norges fiskerihøgskole. Med unntak av ett delprosjekt som analyserer trender i det franske marked, avsluttes prosjektene ved årsskiftet.

I en omfattende undersøkelse hvor sammenhengen mellom *opplevd kvalitet* hos konsumenter i Tyskland og *objektiv kvalitet* målt på et omfattende materiale av laks, har en vist at rødfarge i muskelen er den desidert viktigste kvalitetsindikator for konsumenten i evalueringen av produktene. Det var ingen signifikant sammenheng mellom konsumentenes oppfatning av fettinnhold og tekstur i muskelen. God rødfarge i fisken viser seg dermed å være av stor betydning også i ett av de sentrale europeiske marked – i motsetning til hva en har trodd tidligere. For øvrig er konsumentene godt fornøyd med kvaliteten på norsk laks, mens varierende eller for høgt fettinnhold er regnet som kvalitetssenkende hos industrielle kunder som benytter norsk laks som råstoff til foredling.

I et annet delprosjekt har en gjennomført et survey blant 177 bedrifter innen laksenæringen for å undersøke om grad av markedsorientering og ulike strategier øker lønnsomhet for bedriftene. Resultatene viser at de aller fleste bedrifter har kostnadsfokus som rådende strategisk tilpasning. Differensieringsstrategi ser heller ikke ut til å gi allmenn økt

lønnsomhet for bedriftene. Allikevel ser vi at enkelte bedrifter med høy foredlingsgrad har svært god lønnsomhet. Konklusjonen fra disse undersøkelsene er: For å lykkes med differensiering er det en betydelig lærekurve som må overvinnes – det må ligge vedvarende langsiktig satsing bak i både markeds- og prosesskompetanse for å lykkes.

### *Sjømat i norske husholdninger*

Undersøkelsen har vist at konsumentene foretrekker fersk fisk (hvis dette er tilgjengelig) fremfor frossen fisk. Frossen fisk blir ofte sett på som en nødløsning hvor ”moralsk forpliktelse” til å spise fisk (sunnere og variert kosthold) er viktig drivkraft. På den annen side virker motstand fra enkelte familiemedlemmer – i første rekke barna - negativt inn på norske familiers fiskekonsum. Kunnskap om kvalitet og tilberedning er nært knyttet opp til høyt forbruk.

### *Norsk sjømatesatsing i Asia – bedre lakseprodukter og riktig markedsføring*

Hovedfokus i 1999 har vært oppfølging av empiriske studier i detaljistsegmentet i China. 150 butikker i Guangzo og Chengdu er kartlagt mht. til innkjøpskriterier og preferanser for sjømat. Resultatene fra denne siste undersøkelsen vil bli publisert i sin helhet i løpet av 1. kvartal 2000. Det er klart at for eksempel norsk laks har et betydelig potensiale i et hurtig voksende supermarkedssegment i China. Moderniseringen av detaljhandelen skjer parallelt med vekst i kjøpekraft, og kinesisk middelklasse vil kunne avta store mengder norsk sjømat. Eksportutvalget for fisk er viktigste bruker av resultatene.

### *Norsk eksport av sild til Russland*

Norsk sild har fortsatt en god posisjon i Russland, i vesentlig grad pga. pris og tilgjengelighet inn mot importørleddet i Russland. Et vesentlig funn i prosjektet er at russiske konsumenter (sluttbrukerne) ikke oppfatter produktene som ”norsk”. De fleste oppfatter eller tror at saltet sild i ulike varianter er ”russisk”. Dette faktum gir vesentlige signaler til hvilke målgrupper, dvs. hvilket nivå i distribusjonskjeden, som er viktigst for markedsføringen i denne fase.

Prosjektet er avsluttet i samarbeid med Norges Sildesalgslag, Eksportutvalget, FNL og Norges Fiskarlag. I tillegg til skriftlige rapporter ble hovedresultatene presentert for ”Pelagisk Forum” hvor de fleste bedrifter innen pelagisk industri er medlemmer.

## **2.2 Næringsutvikling**

Norsk fiskeindustri har hatt flere gode år bak seg nå. Godt hjulpet av gode råstofftilførsler og markedspriser har inntjeningen bedret seg betydelig. Både teknologisk og driftsmessig fremgang har gitt produktivitetsgevinster, mens institusjonelle rammebetingelser i form av toll etc gjør at det fortsatt er store utfordringer i å øke den nasjonale verdiskapingen fra de store volum råstoff som går gjennom norsk industri. Dette er problemstillinger Fiskeriforskning vil ta opp i et *strategisk instituttprogram* som starter i 2000 – bevilget av Norges forskningsråd.

### *Driftsundersøkelsen for fiskeindustrien 1998.*

Fiskeindustrien hadde i gjennomsnitt ett av de beste resultat som er registrert siden instituttet startet de årlige undersøkelsene. Særlig innen torskefisksektoren var totalkapitalavkastningen god, mens pelagisk industri hadde underskudd pga. svikt i det russiske marked. Også soliditeten ble forbedret. Dog er det ennå et stykke igjen til at den kan sies å være tilfredsstillende for bransjen som helhet.

### *Kampen for tilværelsen*

Doktorgradsavhandlingen til Bent Dreyer (publisert i januar 1999) fikk mye positiv omtale både i presse og næring. Avhandlingens hovedkonklusjon er at fleksibilitet er et nøkkelbegrep for å forstå hvorfor noen bedrifter gjør det bedre enn andre – år etter år. Finansiell fleksibilitet, produkt- og arbeidskraftfleksibilitet er sentrale spesifikasjoner av begrepet.

### *Forvaltningsrettet forskning og rådgivning*

Prosjektet er et samarbeid mellom Norges fiskerihøgskole hvor flere små delprosjekter skal gi ”samfunnsfaglig” rådgivning til forvaltningen (Fiskeridepartementet/Fiskeridirektoratet.)

Ved Fiskeriforskning er det arbeidet med å synliggjøre en modell for markedsbasert forvaltning hvor en analyserer seireguleringene som ”case”. De foreløpige resultatene viser at dagens reguleringer ikke er optimal i sett i lys av en slik modell. Prosjektet vil videreføres i 2000.

### *Fiskerinæringen i et nasjonalt og regionalt perspektiv og Effekter av subsidier*

er to små oppdragsprosjekter for Eksportutvalget for fisk og Fiskeridepartementet hvor det er levert korte statusbeskrivelser på de respektive tema som grunnlag til WTO-runden i Seattle.

## **2.3 Bedriftsutvikling**

### *Bedriftsutvikling 2000*

er nå inne i sitt siste år. Samarbeidet i ”Tromsø-modulen” har vært god, og en avsluttet survey i 1999 har sikret betydelig materiale for publisering i år 2000 – som er siste år for denne nasjonale satsingen i regi av programområdet Industri og energi i Norges forskningsråd. I løpet av inneværende år vil instituttets deltakere i programmet publisere en egen bok, samt levere bidrag til to andre bokprosjekter innen programområdet. I tillegg kommer flere nasjonale og internasjonale konferansepaper.

### *Innovativt bedriftsmiljø – modellbedrifter for godt arbeidsmiljø og høy jobbtilfredshet i fiskeindustrien*

Ut fra innledende undersøkelser av innovasjonsaktivitet i fiskerinæringen, synes det klart at de viktigste innovasjonsfaktorene er knyttet til fornyelse av interne arbeidsprosesser, organisering og samarbeidsrelasjoner. Bedriftenes innovasjonsevne synes i mindre grad knyttet til teknologisk eller produktmessig egenutvikling, men heller til raskt å kunne adoptere og ta i bruk de innovasjoner som leverandørindustrien står for. Prosjektet videreføres i 2000.

### *Lederforum; kontakt og utviklingsforum for fiskeindustrien i Troms og Finnmark*

I løpet av 1999 er det avholdt to samlinger, en i Båtsfjord og en i Tromsø. Forumets primære målsetting er å integrere forskning og næringsvirksomhet. Basert på positiv evaluering fra det oppnevnte styre er det fra Troms og Finnmark fylkeskommuner gitt finansiering til videreføring.



### 3 INDUSTRIELL FOREDLING

En av Fiskeriforskning sine største aktiviteter er forskning og utvikling rettet mot industriell foredling. Målgruppene for denne del av vår virksomhet er fiskerinæringens mange bedrifter, bransjeorganisasjoner, offentlige myndigheter og virkemiddelapparat, nasjonale og internasjonale forskningsprogrammer og andre institutter.

For å opprettholde vår status som landets ledende forskningsinstitutt på fiskeforedling, må instituttet ha inngående teoretisk og praktisk kunnskap om alle ledd i kjeden fra råstoff til produkt.

Våre prioriterte områder innenfor industriell foredling er:

#### *Råstoff og produktutvikling*

Innenfor produktområdene hvitfisk, pelagisk fisk, laksefisk, reker og skalldyr, biprodukter og bearbejdet vare skal Fiskeriforskning vedlikeholde og utvikle kunnskap om opprinnelse, grunnleggende målbare og ernæringsmessige egenskaper hos marine råstoffer og produkter og koble dette med instituttets kunnskaper om markeder og etterspørsel for å bidra til økt lønnsomhet i norsk fiskeindustri.

#### *Prosessutvikling:*

Gjennom utstrakt samarbeid med industri og næring skal Fiskeriforskning skaffe frem teknologikunnskap og bidra ved valg og utvikling av nye teknologiske løsninger innenfor fangst og slaktning, filetproduksjon, konvensjonell produksjon, kjøling, frysing og tining, rekeprosessering, produksjon av basisprodukter og bearbejding av biprodukter. Fiskeriforskning skal ha særlig kompetanse omkring prosesser, både teoretisk og ved praktisk bruk, og skal legge spesiell vekt på hygiene, sporbarhet og merking.

#### *Analyser og metodeutvikling*

Fiskeriforskning skal bruke og utvikle avanserte metoder for identifisering av art, produkt og opprinnelse og skal også bruke og utvikle fysikalske, sensoriske, kjemiske og mikrobiologiske metoder i prosjekter og på oppdrag fra industrien.

### 3.1 Råstoff og produktutvikling

#### *Råstoff fra oppdrett*

Oppdrettskveite er tema for et doktorgradsstudium der hovedmålet er å studere spisekvalitet og lagringsstabilitet på oppdrettskveite. Det ser ut til at oppdrettskveite gjennomgår en sesongvariasjon med hensyn på vannbindingsevne. Så langt ser det ikke ut til at sesongvariasjonen er like klar hos villkveite som hos oppdrettskveite. Dette har trolig sammenheng med fôrtilgang i de varme månedene.

Den gode sensommeren på Vestlandet viser seg i muskelkvaliteten på oppdrettskveitene. Temperaturen i sjøen holdt seg høy godt ut i september og tilsvarende var også pH og vannbindingsevnen lav (dvs. høyt væskeslipp).

### *Biprodukter*

Produksjon av høyverdige oljer og mel fra biprodukter og avfall gjøres i dag av bedrifter langs kysten. Det er behov for å kartlegge problemer og erfaringer med hensyn til råstoffvariasjoner, lagrings- og transportrutiner, temperaturkontroll og se etter sammenhenger mellom gitte kvalitetsparameter på råstoff og håndteringsrutiner for å lokalisere årsakene til de viktigste kvalitetsvariasjonene.

Analysen indikerer at parameteren ”lagring over helga” hadde størst innflytelse på utvikling av dårlig lukt. Gjennomgående synes det som om overgang fra lagringstank til container kan bidra til jevnere kvalitet på de tilgjengelige biproduktene.

### *Saltede og tørkede produkter*

Gjenbruk av avfall fra saltfisknæringen er en aktuell problemstilling da det nedklasses og kastes hundrevis av tonn saltfisk hvert år. Annet avfall fra saltfisknæringen er brukt salt, saltlake og fiskeslo. På grunn av det høye saltinnholdet er det vanskelig å finne anvendelse for avfallet. Fiskeriforskning undersøker om dette avfallet kan brukes i produksjon av fiskesaus.

En god tradisjonell fiskesaus skal være klar, ha gylden farge og rik aroma. I våre prøveproduksjoner av fiskesaus har vi oppnådd deler av dette. Sausen som var tilsatt torsketarm fikk en mer gylden farge og rikere aroma. Utbyttet av saus ble dessuten langt større i denne sausen enn i de øvrige.

Fiskesaus fra sei og sild var klar og hadde gylden farge kun kort tid etter at fermenteringen startet. Utbyttet av saus var imidlertid svært lavt, fordi fisken bare i liten grad gikk i oppløsning. Også disse sausene hadde mer tam aroma enn de kommersielle, 3 måneder etter at produksjonen startet, men utviklingen av aroma forsterket seg med tiden.

Forbrukerne i de land som har et stort konsum av saltfisk og klippfisk krever nå mer og mer ferdig utvannet saltfisk som et gryteklart produkt av salt- og klippfisk. Det har imidlertid meget kort holdbarhet, bare 2-4 dager i kjøledisk på slike produkter. Fiskeriforskning ønsker å medvirke til å finne måter å forlenge holdbarheten og sikkerheten til produktet som samtidig bevarer de ønskete sensoriske egenskapene i de tradisjonelle produktene.

I prosjektet er det bl.a. utført beskrivende sensorisk analyse av referanseprøver og kommersielle utvannede produkter med trenete smaksdommere. Utrenete smaksdommere ved IPIMAR og UPV hadde tidligere rangert de ulike produktene, og de oppgav tekstur og smak som de viktigste kriteriene for rangering av kokte prøver. Analysene med trenete dommere ved Fiskeriforskning bekreftet dette. Produktene som ble rangert høyest i Spania og Portugal scoret høyt på typiske teksturparametre som ”flakiness”, ”cohesiveness”, ”firmness” etc, og i noen grad også på smaksparemetre. På grunnlag av analysene ble det bestemt at utvanningsprosessene senere i prosjektet skulle optimaliseres mot å oppnå forbedret tekstur og smak på fisken.

Den dominerende bakterien i utvannet salt- og klippfisk stammer fra slimet på fisken, og overlever gjennom både salting og utvanning. For å undersøke om det i det hele tatt lot seg gjøre å fjerne bakterien før salting, ble nyfanget fisk dampet innen en time etter fangst, og så saltet og utvannet. Slimbakterien forsvant riktignok, men i stedet dukket det opp flere nye organismer.



### *Halvfabrikata og basisprodukter*

Mange av produktene fra norsk fiskeindustri er fortsatt preget av lav foredlingsgrad. Denne type produkter har lave priser og pressede marginer. Det er en økende preferanse for lettvinde og gryteklare produkter ("bekvemmelighetsprodukter") i mange markeder. Prisene i konsumentmarkedet varierer mindre, og norsk fiskeindustri kan bedre lønnsomhet og konkurranseevne ved å komme nærmere sluttbruker og i større grad utvikle moderne og markedsmessige interessante produkter.

Det er i prosjektarbeidet fokusert på hvilken konserverende effekt frysing ved gitt tid og temperatur kan ha på tinte, kjølte torskefileter. Dette er et lite studert tema uavhengig av type næringsmiddel, også i internasjonal sammenheng. Fiskeriforskning har derfor tatt resultater fra dette prosjektet og presentert det på det avsluttende møtet til EU-prosjektet "The Preservation of Quality and Safety of Frozen Food throughout the Distribution Chain" (96-1180). Vår problemstilling og resultatene ble svært godt mottatt, og presentasjonen resulterte i forespørsel om deltakelse i publisasjon og nye EU prosjekter på beslektede tema.

Det er også blitt gjennomført et fellesforsøk (smaksforsøk med torskefilet) der fileter med ulik kvalitet (fersk, fryst og dobbelfryst), marinerte og ikke-marinerte, ble testet av ansatte på Fiskeriforskning. De skulle bedømme filetene hedonisk, dvs hvor godt de smakte, hvor god konsistens de hadde, hvor salte de var samt totalt inntrykk. De samme filetene ble så undersøkt av det sensoriske panelet på Fiskeriforskning. Gjennom bruk av multivariate datateknikker vil datasettene kobles sammen for å se om det er en sammenheng mellom den subjektive oppfatningen de ansatte hadde og den objektive målingen som ble gjort av sensorikk-dommerne.

### *Ferske og fryste produkter*

Som et ledd i produktutvikling av kvalkjøtt er det gjennomført undersøkelse av tilgjengelig litteratur som dekker kvalkjøtt. Det er gjennomført forsøk for å avdekke avrenning fra kvalkjøtt ved tining og prøvd metoder for å redusere dette. Pakking av kvalkjøtt i modifisert atmosfære viste at kjøttet er holdbart i minst 2 uker ved lagring på kjølerom.

## **3.2 Prosessutvikling**

### *Råstoff fra fiske og fangst*

Det brukes nå mer og mer fryst råstoff til videre produksjon. Fiskeriforskning har undersøkt hvilken effekt ulike tinebetingelser (tinetid og sluttemperatur) har på produktutbytte og -kvalitet i saltfisk og klippfiskproduksjon av torsk, for dermed å bestemme optimal temperatur i råstoffet før prosessering.

Resultatene av forsøkene viser ingen forskjeller i *utbytte* etter de ulike tinebetingelsene, mens *kvaliteten* på saltfisk og klippfisk blir klart påvirket. Ved de laveste temperaturene blir vrakprosenten høy som følge av for mye gjenværende ryggbein i det ferdige produktet. Filetspaltingen blir også påvirket av tinetemperaturen. Forsøkene har etablert en gunstig utjevningstemperatur for råstoff som skal tines og produseres til saltfisk og/eller klippfisk.

### *Råstoff fra oppdrett*

I lys av krav om mer optimal kvalitet av produkter og ut fra et "føre var"-prinsipp om dyrs velferd, arbeides det med å finne fram til metoder som fyller kravene til etisk riktig slakting

ved å forbedre slakteprosessen for laks. Måling av konsistens og spesielt utvikling av dødsstivhet (*rigor mortis*) under kjølelagring har vært prioritert. Ulike avlivningsmetoder og grad av slaktestress gir målbare forskjeller for utviklingen av dødsstivhet. Resultatene viser at skånsom bedøving (krydderekstrakt) eller meget rask avlivning gir utsettelse i forhold til gjellekutting alene eller CO<sub>2</sub> og gjellekutting.

Det har vært sett på ulike bedøvnings- og avlivningsmetoders virkning på produktets kvalitet, sløyd laks. To sensoriske lagringsforsøk er gjennomført ved Fiskeriforskningens sensoriske laboratorium.

### *Saltede og tørkede produkter*

Selv om salting av fisk har vært utført i flere tusen år og har hundreårige tradisjoner i norsk fiskerinæring, er de grunnleggende prosessene fremdeles ikke kjent. Fiskeriforskning utvikler kompetanse på dette feltet gjennom et dr.gradsprosjekt der hovedmålet er å studere hvordan ulike faktorer initielt i salteprosessen påvirker kvaliteten av fullsaltet torsk. Resultatene er publisert internasjonalt gjennom artikkelen: "Transition metal induced lipid oxidation during salting of cod" i Journal of Food Lipids.

I torskefiskeriene er det til visse tider av året stort innslag av "åtesprengt" fisk. Dette er fisk som i fiskeindustrien er kjent for å ha til dels meget dårlige egenskaper ved produksjon av saltfisk, ved at den lett spalter og blir misfarget. Fiskeriforskning ønsker å komme frem til en metode for forbehandling av "åtesprengt" torskeraustoff til salt- og klippfiskproduksjon som kan øke den mekaniske styrken i råstoffet, samt forhindre misfarging. FNL, gjennom "Forskningsformidling gjennom Saltfiskforum", har stått for prosjektledelse. Forbehandling av sløyd og hodekappet "Sildetorsk" i en kjølt mett saltlake før flekking, reduserer spalting og dermed nedklassifisering (sortido %) betydelig.

Nye anvendelser av fiskeavskjær fra fiskeindustrien kan gi økt verdiskaping, og framstilling av fiskefarse for tørking kan være en vei å gå. Fiskeriforskning har gjennom ulike prøveproduksjoner variert flere faktorer, og man har klart å komme fram til standard prosess betingelser for fiskemassepølser før tørking.

### *Filetproduksjon*

Fra fiskeindustriens side er det et klart definert behov å kunne lokalisere bein, parasitter og blodflekker i fiskefileten, og deretter automatisk kunne fjerne disse. Dette ville kunne gi en mer effektiv produksjon, og kvaliteten på produktet kunne garanteres. Resultatene av studier ved Fiskeriforskning så langt er lovende med tanke på å kunne utvikle en industrielt tilpasset metode for fjerning av bein i fiskefilet. Ved bruk av røntgenbilder kan bein detekteres men teknikken er ennå ikke god nok til at den kan implementeres i industrien.

Kveis i fiskeprodukter er et estetisk problem. For å sikre trygg markedstilgang og å unngå reklamasjoner er det av stor betydning å kunne tilby kveisfrie produkter. For å finne og fjerne parasitter i hvitfisk har det derfor vært satt inn en stor forskningsinnsats nasjonalt og internasjonalt. Ved Fiskeriforskning kan vi nå se dyptliggende kveis i optisk genererte bilder. Selv om den ikke er veldig tydelig er dette veldig oppløftende da det er benyttet kun et fåtall tilfeldig utvalgte bølgelengder i det synlige og nær-infrarøde området av spekteret.

### *Biprodukter*

Flere rederier vurderer frysing av hoder om bord og prosessering av kinnmuskler og tunger på land som et interessant konsept. Torskehoder kan med godt resultat blokkfryses i platefryser om bord, - singelfrysing er lite aktuelt vurdert ut fra plasshensyn. Etter tining av frosne hoder kan skinn- og benfrie kinnmuskler utskjæres manuelt ved hjelp av elektrisk kniv. Deformering under frysing kan gjøre maskinell skjæring vanskelig. Kvaliteten på skinn- og benfrie kinnmuskler som ble skåret fra frosne/tinte hoder var tilfredsstillende. Kinnmusklene fra frosne hoder var generelt rødere i fargen enn tilsvarende fra ferske, kjølte hoder. Førstehandspriser for frosne torskehoder på ca kr 1,50 eller mer vil gi positivt dekningsbidrag for fartøyet.

### *Kjøling, frysing og tining*

Som et ledd i arbeidet med å oppnå en høyere og jevnere kvalitet på ferske reker ønsket en bedrift å teste ut alternative metoder for ising av ferske reker. Slik ”modifisert” lagring vil bli en uttesting av alternative tilsetningsstoffer i både ordinær is og i sørpeis. Sørpeis er en suspensjon av mikroskopiske iskrystaller i et anti-fryse-medium, som i dette tilfellet er en saltløsning. Sørpeis har en langt bedre kjøleeffekt siden kontakten mellom kjølemediet og produktet blir mye bedre sammenlignet med effekten av vanlig is. Teknologien med sørpeis er til nå prøvd ut på fisk både ombord i fartøy og på landanlegg. Det er gjennomført tre forsøk på Fiskeriforskning. Resultatene viser en klar forskjell mellom reker lagret på ordinær måte og reker lagret i modifisert is.

### *Hygiene*

I saltfiskindustrien brukes det noen steder fortsatt trepaller og emballasje av tre til tross for at det er forbudt å anvende tre i følge næringsmiddelovgivningen. Fiskeriforskning ønsker sammen med Norsk Tre Institutt (NTI) å dokumentere treets hygienemessige egenskaper sett i sammenheng med effektive rengjøringsmetoder for tre brukt i næringsmiddelindustrien. Det arbeides med å utvikle metoder for å fjerne mikrober fra tre og arbeidet med dette er avsluttet og ferdig rapportert.

## **3.3 Analyser og metodeutvikling**

### *Saltede og tørkede produkter*

Salt og klippfisk kan bli angrepet av halofile, dvs saltelskende, bakterier og sopp. Disse danner røde og brune prikker på overflaten, og betegnes henholdsvis rødmidd og brunmidd. Det er forbudt å selge middbefengt fisk. Imidlertid utvikles midden oftest på grunn av feil lagring etter at fisken er sendt ut fra bedriften, men saltfisknæringen påføres likevel store tap.

Rødmidd og brunmidd er såpass forskjellige mikroorganismer at det må benyttes forskjellige dyrkingsmedier for påvisning av stammene. Fiskeriforskning har delvis utprøvd laboratoriemetoder for påvisning av begge midttyper og har utviklet disse videre. Metoden for påvisning av brunmidd ble vurdert som rask og presis nok i den foreslåtte versjonen og er allerede testet ut på referansestammer av typiske rødmiddbakterier, og på middbefengte prøver fra klippfiskindustrien.

### *Ferske og fryste produkter*

RSW (Refrigerated Sea Water) brukes som kjølemedium ved fangst av sild og makrell. Høyt innhold av bakterier og organisk materiale i vannet skaper både hygieniske og tekniske problemer i anleggene. Fiskeriforskning arbeider i samarbeid med Akvaplan-NIVA med å undersøke hvordan kvalitet på fisk endrer seg under lagring med og uten ozontilsats. Prosjektet skal også kartlegge rensende og desinfiserende virkning av ozon i sterkt forurenset vann og biofilmer. Det har blitt gitt to presentasjoner på seminar i Tromsø og i Island.

For å standardisere prosedyrer har Råfisklaget finansiert et arbeid som skal avdekke sammenheng mellom tinetid og lufttemperatur ved tining av frosne rekeblokker med og uten emballasje. Råfisklagets beskrivelse av prosedyren har vist seg å være for lite presis for å danne grunnlag for en ensartet prøvetaking, og det var derfor ønske om å komme fram til en bedre beskrivelse. Forsøkene foregikk ved at rekeblokker ble tint i luft og vann hvor temperatur og tid ble variert. Resultatene viste at tinetiden i luft ikke hadde noen målbar effekt på vektfastsettelsen. Tinetiden i vann og temperaturen i vann hadde størst innvirkning.

I prosjektet ble det også foreslått en ny fremgangsmåte for beregning av produserbar reke og beregning av antall reker pr kg.

### *Filetproduksjon*

Totalutbyttet i en filetfabrikk defineres til å være den prosentandelen av det innkjøpte råstoffet som fabrikkene får solgt og betalt som fileten. Totalutbyttet har stor økonomisk betydning, og nyere forskning viser at det varierer både mellom bedriftene og internt i en bedrift. I et dr.-grad studium ved Fiskeriforskning er formålet å analysere den systematiske variasjonen i de faktorer som antas å ha størst innflytelse på variasjonen i utbyttet, bygge en matematisk modell som viser korrelasjonen mellom faktorenes variasjon og totalutbyttet, og til slutt implementere modellen i et eksisterende dataprogram med den hensikt å muliggjøre prediksjon av totalutbyttet.

Ved analysen av de store datamengdene som ble samlet inn på pilotbedriftene ble det klart at et grunnleggende problem var manglende sporbarhet. Dataene som registreres om råstoffet (fartøy, redskap, tid, sted, behandling ombord etc.) går tapt underveis. I produksjonen blandes båter og fangster om hverandre, og i Norge finnes det ikke filetfabrikker som har den nødvendige interne sporbarhet.

Det viktigste vitenskapelige resultat er at den manglende interne sporbarhet i norske bedrifter som produserer torsk er blitt dokumentert. Prosjektet og konseptet er demonstrert i en mengde forskjellige sammenhenger med utelukkende positiv tilbakemelding fra bedrifter, organisasjoner og forvaltning. På grunnlag av dette har de best egnede pilotbedriftene blitt valgt ut, og 6 av dem har blitt besøkt, analysert og har levert data.

### *Hygiene*

Bedrifter opplever fra tid til annen problem med for høye kimtall og koliforme bakterier i renholdsprøver og i produkter. Bedriftene har oftest innført tiltak uten at det nødvendigvis har bedret situasjonen. Med bakgrunn i dette ønsker bedriften gjerne en total gjennomgang av hygiene- og produksjonsrutiner for å kartlegge og innføre tiltak som skal bedre dagens situasjon. Fiskeriforskning påtar seg slike oppdrag og foretar en total gjennomgang av hygienene i alle produksjonsledd. Det gis en evaluering som vil omfatte en gjennomgang av tiltakene som er gjennomført, samt en gjennomgang av resultatene fra de sensoriske og

mikrobiologiske analysene av renhold, vannkvalitet og av produktene. Disse oppdragene er konfidensielle.

### *Matvaretrygghet*

I et utvidet fokus på hygiene og matvaresikkerhet arbeider Fiskeriforskning med å identifisere de hyppigste stammer av *Listeria monocytogenes* som forekommer i Norge og det genetiske slektskap mellom stammer isolert fra forskjellige kilder ved bruk av "Random Amplification of Polymorphic DNA" (RAPD) for genomisk typing. Det samarbeides både med norske og nordiske institutter.

### *Merking og sporbarhet*

En nasjonal spørreundersøkelse om status for kvalitetsmerking av fisk og fiskeprodukter i alle ledd i "distribusjonskjeden" for fisk fra fangst til detaljomsetning er gjennomført innenfor rammene av prosjekter finansiert av EU. Det ble valgt ut 100 aktører innen norsk fiskerinæring som fikk tilsendt spørreskjema. Besvarelsene er også kodet i et felles prosjekt - definert format og oversendt prosjektledelsen i EU-prosjektet.

Det har også vært avholdt et nasjonalt møte der 13 deltagere fra organisasjonene Sildeolje- og sildemelindustriens forskningsinstitutt, Fiskerinæringens Landsforening, Norske Fiskeoppdretteres Forening, Norske Sjømatbedrifters Forening, Eksportutvalget for fisk, Norges fiskarlag, Norges råfisklag og Fiskeriforskning deltok.

Prosessert fisk har mistet mesteparten av sine morfologiske karakterer og derfor er visuell artsidentifisering ofte umulig. Sensorisk inntrykk fra f.eks. laks og ørret og fra torskefisk er ofte like, mens pris på råstoff ofte er svært forskjellig. Det forekommer derfor feilmerking av produkter og det vil derfor være behov for metoder som kan avsløre slik feilmerking. Å bestemme art i råvarer ved hjelp av protein elektroforese er standard metode, men det finnes ingen standardisert metode for varmebehandlede produkter. Forskjellig behandling (røyking, oppvarming, trykkbehandling, osv) gir mer eller mindre forutsigbar denaturering av proteinet. Fiskeriforskning arbeider derfor med å etablere en database over elektroforese-mønstre fra kjente prøver. I tillegg vil en kunne identifisere ved hvilken temperatur produktet er blitt behandlet.

Fiskeriforskning anvender avanserte bioteknologiske metoder til å identifisere hvilke arter som utgjør råstoff for marine produkter. Et spesielt fokus har vært å sikre dokumentasjoner i forbindelse med fangst av vågehval. Å kunne identifisere et stykke kjøtt til en art, en stamme eller endog til et kjent individ kan være avgjørende for at omsetning av produkter fra marine pattedyr skal kunne tillates. Som en oppfølging av dette arbeidet er det utviklet generelle metoder som gir mulighet for å gjenkjenne flere av våre vanligste fiskeslag og identifisere dem til geografisk tilhørighet.

På bakgrunn av eksplisitte ønsker i industrien bevilget Nordisk Ministerråd støtte til prosjektet "Sporbarhet og elektronisk overføring av kvalitetsdata for fiskeprodukter" som startet i 1998 og går over fire år. Dette prosjektet forutsetter nasjonal aktivitet i de deltakende land og institutter. Fokus i prosjektet er på sporbarhet mellom leddene i verdikjedene, og to hovedproblemstillinger er identifisert: Hvilke data skal, bør og må flyte i de forskjellige kjedene for å møte de stadig økende krav til dokumentasjon og sporbarhet og hvordan skal disse dataene kodes og overføres fra ledd til ledd?

Målsettingen er å muliggjøre standardisert elektronisk overføring av kvalitets- og sporbarhetsdata for fiskeprodukter mellom leddene i verdikjeden. Dette gjøres ved å utarbeide en anbefaling for hvilke data som skal flyte fra ledd til ledd i utvalgte kjeder, en standard/ anbefaling for hvordan disse dataene skal kodes og en implementering av disse i en prototyp av et dataprogram som ivaretar meldingsutvekslingen. Dette innbefatter valg av dokumentstandard, valg av standard for elektronisk overføring og utvikling av en prototyp av et dataprogram for å implementere denne formen for strukturert meldingsutveksling.

### *Målemetoder*

Ved hjelp av midler fra Fiskeridepartementet er det utviklet et system for kvalitetssikring av analysearbeidet ved Fiskeriforskning gjennom en planmessig oppbygging og vedlikehold av kompetanse. Basert på en spørreundersøkelse om analysebehovet ble det for hvert fagområde utformet handlingsplaner, dokumentert eksisterende metoder og utviklet nye.

Kvalitet er definert ut fra en rekke ulike parametere og vekselvirkningen mellom disse. For å kunne gi et objektivt kvalitetsmål er det nødvendig med en metode som kan beskrive denne kompleksiteten. NIR-teknikk, bruk av lys i det nær infrarøde spekter, i sammenheng med multivariabel dataanalyse muliggjør registrering og analyse av slike komplekse sammenhenger. Forsøk ved Fiskeriforskning har vist at NIR-spektra fra torsk gir informasjon om kvalitetsendringer i de første 0-7 dagene etter slakting. Det er også påvist forskjeller i NIR-spektra fra fersk og tint fisk.

Gjennom å kombinere innsatsen og kunnskapen til syv ledende forskningsinstitutter i Europa er en objektiv og hurtig multisensor under utvikling for å måle kvalitet på fisk. Ideen er å kombinere ulike målemetoder for å se om to eller flere metoder sammen kan gi gode resultater. Fiskeriforskning er her representert med NIR spektroskopi. Et nytt instrument er bygd ved Fiskeriforskning; en spektrograf som opererer i den synlige delen av spekteret og skal brukes til måling på fisk. Det kan operere i to modus; transmisjon og transfleksjon. I november ble dette instrumentet brukt for første gang i forbindelse med "work-in" arrangert på Island. Dette var et stor forsøk hvor alle deltagende land stilte med sin instrumentering og målingene ble utført på samme fisk. Resultatene ved bruk av nyinstrumentet FishTube er svært lovende og vi oppnådde en korrelasjon på 0.93 med tradisjonelle analyser.

## 4 MARIN BIOTEKNOLOGI

Forskningen innen marin bioteknologi har som mål å utnytte bioteknologiske kunnskaper, men også tradisjonelle teknikker, til nytte for marin industri (fiskeindustri, havbruksnæringen) og ny bioindustri. Forskningen ved senteret er fokusert på følgende områder:

*Fiskehelse:* undersøkelse av infeksjonssykdommer hos oppdrettsfisk særlig med hensyn på smitteagens. Fiskens immunsystem, deriblant det uspesifikke forsvarssystem mot virus. Utvikling av vaksiner for oppdrettsfisk og nye systemer for adjuvants. Utvikling av smitte modeller der både in vivo og in vitro målsystemer for vaksine effekt blir etablert og anvendt.

*Marine naturstoffer:* Utnyttelse av biprodukter både som fødemiddel, fôr og biokjemikalier. Helseeffekter av marint fett. Isolering og anvendelse av kuldeadapterte enzymer og antimikrobielle stoffer fra marine organismer ved bruk av blant annet genteknologiske teknikker.

### 4.1 Fiskehelse

#### *Virussykdommer*

Undersøkelser av virussykdommer er svært avhengig av å kunne dyrke det aktuelle virus. Instituttets arbeid har hovedsakelig fokusert på virusene som forårsaker ILA (Infeksiøs Lakse anemi) og IPN (Infeksiøs Pankreas Nekrose) som begge angriper laks, i tillegg til VNN (Viral Nerve Nekrose) som er et kjent problem bl.a. innen kveiteoppdrett. Både for ILA- og IPN-virus har instituttet lyktes i å etablere cellelinjer som de to virusene kan dyrkes i. For ILA avsluttes i 1999 et prosjekt som også har omfattet å etablere en immunfluorescence-basert metode for påvisning av viruset. Smittemodellen for IPNV, som instituttet er alene om å ha lyktes i å etablere, er blitt videreutviklet og standardisert i 1999. Instituttet har utført mange oppdrag basert på denne smitte modellen for vaksinefirmaer under deres utvikling av IPNV-vaksiner, og dermed bidratt til bekjempelse av denne alvorlige sykdommen. Instituttet har ennå ikke lyktes i å identifisere en cellelinje for dyrkning av VNN, men dette arbeidet fortsetter i et eget forskningsprosjekt.

#### *Intensivt settefiskoppdrett*

I fortsettelsen av vårt arbeide med IPNV startet instituttet et 1-årig prosjekt i 1999 for å belyse konsekvenser av senere års intensiverte settefiskoppdrett, der en undersøker effekten på helse-, vekst- og trivselsparametere. Resultatene er ennå ikke klare, men indikasjonene tyder på at resultatene kan få stor betydning for hvorledes en planlegger videre vekst og drift i denne del av næringen.

#### *Uspesifikt virusforsvar/ny type adjuvants*

Mens det generelt er relativt enkelt å utvikle effektive vaksiner mot bakteriesykdommer hos fisk, er dette betydelig vanskeligere overfor virus. Instituttet har derfor startet undersøkelse av fiskenes uspesifikke forsvarsmekanismer overfor virus for eventuelt å kunne påvirke dette og dermed bedre motstandskraften overfor sykdom allerede fra yngelstadiet.

Forsøk ved Fiskeriforskning med stimulering av hvite blodlegemer fra laks med små DNA-molekyler, oligonukleotider, med spesiell sammensetning, har vist at utvalgte oligonukleotider stimulerer blodcellene til å skille ut antivirale faktorer (faktorer/stoffer som

virker mot virus og er med på å forhindre eller bekjempe en virusinfeksjon) som har beskyttende effekt overfor virusinfeksjon (IPNV) av målceller fra laks. Denne type molekyler vil kunne representere et nytt prinsipp for adjuvants (substans inkludert i f.eks. en vaksine, som hjelper på virkningen av de andre vaksinekomponentene), der en kanskje kan unngå en del av bivirkningene ved bruk av dagens adjuvants.

### *Vintersår*

Vintersår forårsaker store økonomiske tap i oppdrettsnæringen ved at det medfører både nedklassifisering og død laks. Fiskeriforskning har vist at *Vibrio viscosus*, men ikke *V. wodanis*, kan overføre vintersår på frisk uskadet laks. Fiskeriforskning har nylig undersøkt sammen med Norges fiskerihøgskole om det er noen sammenheng mellom forekomst av lakselus og vintersår uten at dette har kunnet påvises. Karakterisering av ulike isolater av *Vibrio viscosus* med genbaserte metoder viser stor heterogenitet blant ulike isolater og at isolater fra Island og Norge grupperes i to ulike grupper.

### *Marine arter*

Instituttets satsning innen fiskehelse mot nye marine oppdrettsarter er hovedsakelig rettet mot flekksteinbit. Grunnleggende immunologisk forskning og artens mottakelighet for kjente fiskepatogene mikroorganismer er viktige arbeidsområder for å kunne møte eksisterende og fremtidige sykdomsproblemer for nye oppdrettsarter, som flekksteinbit. Atypisk furunkulose er foreløpig den eneste sykdommen som er dokumentert på steinbit i oppdrett, i tillegg til parasittangrep. Eksperimentelt har injeksjon av bakterien som forårsaker klassisk vibriose gitt dødelighet på steinbit, mens fisken lar seg ikke smitte på naturlig måte. Av aktuelle virus undersøkt, er IPN foreløpig ikke vist å kunne smitte større yngel, mens VNN i laboratorieforsøk gir dødelighet på yngel.

Yngel er særlig sårbar for patogener, og det er derfor viktig å få dokumentert når yngelen har et fullt utviklet immunsystem som kan stimuleres forebyggende. Isolering og karakterisering av sentrale markørmolekyler er gjort, og reagenser er laget for å kunne påvise immunkompetente celler og effektormolekyler i tidlig larveutvikling. En stipendiat ble ansatt høsten 1999 for å studere immunkompetanse i larver hos flekksteinbit.

Instituttets arbeid med å utvikle vaksiner overfor atypisk furunkulose hos steinbit, har gitt klare resultater om hvorledes en vaksine kan gjøres effektiv ved å settes sammen et representativt utvalg av stammer av atypisk *Aeromonas salmonicida*. Disse undersøkelsene, som er del av et prosjekt som ble avsluttet i 1999, har også vist at *A. salmonicida* kan fordeles i opp i mot 10 ulike grupper basert på biokjemiske og genotypiske klassifiseringsmetoder.

## **4.2 Marine naturstoffer**

Anvendelse av marine biprodukter fikk gjennom programmet RUBIN økt omfang og verdi i Norge. Fiskeriforskning vil med sin forskning innen marine naturstoffer bidra til en bedre ressursutnyttelse ved at enda større deler av fangsten kommer til anvendelse både som fødemiddel og til utvikling av biokjemikalier for annen industri. Fiskeriforskning vil gjennom dette bidra til oppbygning av nye typer marin industri, med basis i marin bioteknologi, som skal gi økt verdiskapning fra våre marine ressurser.

Fiskeriforskning har også som mål å identifisere biomolekyler med unike egenskaper fra marint materiale for anvendelse innen bransjer som bl.a. kjemisk, bioteknologisk,



farmasøytisk og kosmetisk industri der biomolekylene har enorm verdi i forhold til det råvaren i seg selv representerer. I dette arbeidet er genteknologi og bruk av genetisk informasjon til produksjon av aktuelle molekyler viktig.

#### *Immunstimulanter og probiotika*

Instituttets virksomhet har som siktemål å fremskaffe komponenter av marin opprinnelse som kan øke marin yngels evne til å overleve de innledende faser etter klekking. Denne aktiviteten foregår særlig i et pågående EU prosjekt med deltagelse fra England, Portugal og Frankrike. Denne forskningen har i 1999 etablert både in vivo og in vitro systemer for påvisning av effekter på immunsystemet og overlevelse hos laks, men foreløpig er det kun marginale effekter som er påvist.

Undersøkelser av effekt av probiotika i steinbitoppdrett ble startet i 1999, og har foreløpig ikke gitt konkrete resultater.

#### *Helseeffekter av marine oljer.*

Instituttets forskning innen helseeffekter av marine oljer, som er et samarbeid med Institutt for medisinsk biokjemi ved Universitetet i Tromsø, har produsert resultater som klart indikerer at behandling /prosessering av marine oljer har stor betydning for deres helsemessige effekter, særlig på hjerte/karsystemet. På grunn av det store tids- og ressursforbruket til å gjennomføre kliniske studier, er det blitt utviklet og etablert supplerende in vitro metoder for enklere og raskere å kunne måle slike helseeffekter.

#### *Marine enzymer/antimikrobielle stoffer*

Satsningen innenfor dette feltet er hovedsakelig rettet mot påvisning og karakterisering av marine kuldeadapterte enzymer og antimikrobielle stoffer som blant annet kan ha et stort potensiale innen bioteknologi og human medisin.

Arbeidet med isolering og karakterisering av lysozymlignende stoffer fra haneskjell er en fortsettelse fra 1998. Genet som koder for Chlamysin B er uttrykt i en bakterie, men det uttrykte rekombinante proteinet er foreløpig i en denaturert/ikke-aktiv utgave. Andre antimikrobielle komponenter isolert fra haneskjell, er enda under karakterisering, men har allerede gitt interessante resultater.

Screening av antimikrobielle komponenter i marine bløt- og skalldyr, gav i 1999 klare indikasjoner på tilstedeværelse av aktivitet mot relevante humanpatogene bakterier. Flere komponenter er isolert. Det er etablert kontakt med kliniske forskningsmiljøer for videre utprøving av flere av komponentene med antimikrobiell aktivitet.

Genet for enzymet alkalisk fosfatase, som instituttet tidligere har isolert fra reke, ble ferdig sekvensert i 1999 og det arbeides nå med å kunne uttrykke det rekombinant. Det er etablert samarbeide med en industripartner om videreføring av denne prosessen.

#### *Andre marine naturstoffer*

Oppdragsvirksomhet med sikte på utnyttelse av marine biprodukter og der kommersielle partnere er involvert, er beskyttet av konfidensialitet, og beskrives derfor ikke i denne rapporten.

### *Økt verdiskapning fra biprodukter og bifangst*

I fortsettelsen av instituttets fokusering på anvendelse av biprodukter, er det utarbeidet søknad om strategisk institutt program om økt verdiskapning fra biprodukter og bifangst sammen med SINTEF Fiskeri og Havbruk. Prosjektforslaget integrerer ulike komplementære kompetanser ved de to institusjonene.

## 5 HAVBRUK

Fiskeriforsknings havbruksforskning er rettet motfølgende områder:

*Optimalisering av lakseoppdrett:* Øke forståelsen for laksens biologiske krav slik at vi blir bedre i stand til å skape oppdrettsbetingelser som fremmer vekst, trivsel og helse hos fisken, samt sikrer den ønskede kvalitet på sluttproduktet. Forskningen omfatter også de andre laksefiskartene som oppdrettes i Norge (regnbueørret og røye).

*Nye oppdrettsorganismer og oppdrettskonsepter:* Fremskaffe den kunnskapsmessige basis for å etablere lønnsomt oppdrett av nye organismer, samt utvikle konsepter for levende fangst og mellomlagring.

*Ekspérimentell fiskeribiologi:* Utnytte eksperimentelle metoder for, på en kostnadseffektiv måte, å fremskaffe kunnskaper på individnivå om arter som er viktige for fiskeriene eller økosystemet i havet utenfor Norge.

### 5.1 Optimalisering av lakseoppdrett

#### *Velferdsindikatorer hos oppdrettsfisk*

Den overordnede målsettingen er å identifisere målbare velferdsindikatorer for oppdrettsfisk. Fiskeriforskning har så langt utviklet metoder for å studere adferd hos fisk, basert på avansert videoteknikk og et analyseverktøy fra Noldus i Nederland (*Video-Pro for The Observer*). Dette utstyret er tatt i bruk sammen med ulike fysiologiske målinger av stress, hjernefysiologi, immunologi, fødeinntak og vekst. I løpet av 1999 har vi gjennomført tre forsøk: Et forsøk som omhandler adferdsendringer hos røye som oppdrettes ved ulike tettheter, et forsøk som omhandler hierarkidannelse hos kveiteyngel, og et forsøk som omhandler svømmeaktivitet hos stor kveite i merd. Studiene har involvert en rekke studenter og andre forskningsinstitusjoner, inklusive Norges fiskerihøgskole, universitetene i Uppsala, Nijmegen og Glasgow, Norges Veterinærhøgskole, Havforskningsinstituttet, Norsk Institutt for Naturforskning og IFREMER i Frankrike. Forsøkene har så langt vist en sammenheng mellom fiskens adferd og ernæringsmessige status. Redusert fødetilgang øker fiskens aggresjonsnivå. Økningen er imidlertid størst i en periode etter at fisken igjen får normal tilgang på fôr.

#### *Grunnleggende trekk ved utvikling av smolttegenskaper hos atlantisk laks*

I 1998 ble det gjennomført et forsøk hvor smoltifiseringsprosessen ble sammenlignet ved to temperaturer hos "NLA-laks" (AkvaGen AS), Namsenlaks og Altalaks. I løpet av 1999 har en ferdigstilt analyse og slutført databearbeidingen. Det ble ikke påvist vesentlige forskjeller i smoltutviklingen hos de undersøkte stammene til tross for at fisk fra NLA-stammen var vesentlig større enn de andre stammene da forsøket ble gjennomført. Hos fisk holdt i ferskvann ved høy temperatur (10°C) syntes imidlertid smoltutviklingen å skje noe raskere enn ved lav temperatur (3°C). AkvaGen AS vil bruke disse resultatene til å vurdere hvorvidt en skal krysse inn fisk fra disse villfiskstammene i NLA-stammen.

#### *Vegetabiliske oljer i fôr til laks*

Knapphet på marint fett til produksjon av laksefôr kan fort bli et alvorlig problem for oppdrettsnæringa. Det er derfor stor interesse for å undersøke muligheten for å erstatte det

marine fett med fett fra vegetabiliske kilder. Våre resultater tyder ikke på at det vil være umulig å blande inn vegetabiliske oljer i fôr til laks. Vi har imidlertid bare undersøkt effektene over relativt korte testperioder, slik at langtidseffektene er ukjent. Det kan også være andre betenkeligheter ved bruk av vegetabiliske oljer enn de som angår laksens velbefinnende. For eksempel vil en laks som er fôret på vegetabiliske oljer helt til slakting ha en annen fettsyreprofil enn fisk som kun har fått marine oljer, og ikke ha den kvaliteten som vi i dag flagger i markedsføringen av norsk laks.

#### *Teknologi for å redusere rømming fra merder*

Ved siden av spredning av lakselus fremstår rømming av laks fra merder som den viktigste miljømessige ulempen med lakseoppdrett. Svært mye av rømmingen skyldes hull i notlinen som oppstår under opplining av nota, når slakklina lett kommer i kontakt med propellen til brønnbåter eller fôringsbåter. Under utviklingen av den flatbunnede merden, som er beskrevet nedenfor, er det også utarbeidet forslag til tekniske løsninger som åpenbart vil bidra til å redusere dette problemet. Den praktiske uttesting av dette nye systemet, som blant annet omfatter en bunnramme i merden, er imidlertid ennå ikke utført på grunn av manglende finansiering.

#### *Styring av reproduksjon hos røye*

En av de største ulempene med røye som oppdrettsfisk, sammenliknet med laks, er at røya kjønnsmodner ved en langt mindre størrelse, ofte ned mot 0,5 kg. Hos laks har en lykkes med å styre kjønnsmodningen, i alle fall til en viss grad, ved hjelp av lys og temperaturmanipulering. Formålet med dette arbeidet er å klargjøre betydningen av daglengde, vanntemperatur, salinitet og sosiale interaksjoner på kjønnsmodning hos røye, med tanke på styring av reproduksjon. Vi har undersøkt vekst, fødeinntak, osmoreguleringsevnen og nivået av kjønnssteroider og vitellogenin hos moden og umoden røye før kjønnsmodning. Forsøkene har omfattet ulike miljøfaktorer som vanntemperatur, salinitet og lysregimer, samt effektene av fiskens energetiske status. I 1999 har vi arbeidet med betydningen av ulike lysregimer hos røye, spesielt om bruken av kontinuerlig lys og kort daglengde om våren. Kjønnshormoner og gonadeutvikling har vært undersøkt hos røye som er holdt under kombinasjoner av lang dag, kort dag og naturlig lys. I tillegg har vi gjort et forsøk om betydningen av energetisk status om våren for utviklingen av kjønnsmodningen om høsten. Studiene er gjort i samarbeid med Norges fiskerihøgskole og universitetene i Uppsala og Stockholm. Det vil ikke være mulig å trekke noen endelige konklusjoner før alle analyser er avsluttet og den statistiske behandlingen av materialet er ferdig. Imidlertid tyder resultatene så langt på at kjønnsmodningstidspunktet kan forskyves noe ved bruk av lys- og temperaturmanipulering.

## **5.2 Nye oppdrettsorganismer og oppdrettskonsepter – marine arter**

Innen dette feltet arbeider vi både med intensivt oppdrett fra eggstadiet og oppdrett som tar utgangspunkt i villfangede organismer. Målsetningen med den siste formen for oppdrett eller oppfôring er å øke verdien av naturlige ressurser ved økning av biomassen eller forbedring av kvaliteten. Levende mellomlagring kan også ha som mål å skaffe bedre pris gjennom å selge fisk eller andre marine organismer utenom de ordinære fangstsesongene og bidra med jevnere råstofftilgang til fiskeindustrien. På oppdrag fra Norges forskningsråd har Fiskeriforskning ledet et utvalg som har hatt som mandat å utarbeide strategien for videre satsing på området levende lagring og oppfôring. Utvalget har bestått av representanter fra næringsliv og forskning. Arbeidet med levende fangst og mellomlagring ved Fiskeriforskning har tatt for seg

både de biologiske og de teknologiske sidene ved levende fangst, mellomlagring og oppfôring av fisk og andre sjôdyr.

### *Flatbunnet merd*

I samarbeid med utstysprodusenten Refa a.s. har vi utviklet en flatbunnet merd som kan benyttes til flere formål, deriblant til akklimering av nyfanget torsk, mottak og levendelagring av arter uten svømmeblære (rôdspette, lomre) samt oppdrett av bunnlevende arter som kveite og steinbit. Merden kan også anvendes som slaktemerd for laks, og den danner et godt utgangspunkt for videre utvikling av en nedsenkbar merd til for eksempel piggvaroppdrett i Middelhavet. Merden er patentert og allerede tatt i bruk av kommersielle oppdrettere til flere av de ovennevnte formål. Blant de egenskapene som gjør merden spesiell er at bunnen kan heves pneumatisk i løpet av noen få minutter, og bunnen er så stiv at flere personer kan gå på bunnen samtidig når den er i overflatestilling. Dette gjør røktingen av merden svært enkel sammenliknet med andre flatbunnede merder, og det gjør at oppdretteren kan ha en langt bedre kontroll med hva som foregår i merden enn det som tidligere har vært mulig. Til sammen gjør disse egenskapene at merden fremstår som et meget godt alternativ til landbaserte systemer når det gjelder oppdrett av arter som kveite og steinbit. Merdoppdrett krever mindre investeringer enn landbasert oppdrett, og gir også god sikkerhet mot for eksempel vannstopp.

### *Oppfôring av kråkebolle*

Oppfôring av kråkebolle tar utgangspunkt i de store forekomstene av drôbakkråkebolle langs norskekysten. Rogn (gonader) fra denne kråkebollen betales svært godt på det japanske markedet, men rogninnholdet i de ville kråkebollene er ofte for lavt til å gi lønnsomhet ved direkte eksport av innsamlede kråkeboller. Fra 1995 har vi arbeidet med å utvikle et eget fôr til kråkeboller. Målet har vært å lage et fôr som gir rask gonadevekst, tilfredsstillende farge og tekstur samt akseptabel smak på gonadene. Fôret må dessuten være stabil i sjøvann, og ha en konsistens som gjør at kråkebollene kan utnytte det. Målsetningen med fôret er nå i det vesentligste nådd, og det har også vist seg at innfangede kråkeboller utnytter fôret meget godt. I løpet av mindre enn 2 måneder er det mulig å øke rogninnholdet fra 5-10% til ca 20%. Det trenges kun 3 gram fôr til å produsere 1 gram rogn. Avtalen med Miljøprosess a.s. i Båtsfjord om produksjon av fôret representerer en viktig milepæl i arbeidet med å utvikle oppfôring av kråkeboller til en ny næring.

Selv om vi nå har et funksjonelt kråkebollefôr er det fortsatt behov for optimalisering av fôret, og ikke minst utvikling av effektive driftsmetoder og gode tekniske løsninger. I arbeidet med disse problemstillingene er det bekreftet at  $\beta$ -caroten i fôret gir den ønskede fargen på rogn. Det er også vist at kråkeboller kan holdes ved høye individtettheter (250 kråkeboller pr. m<sup>2</sup>), uten negative effekter med hensyn på gonadevekst. Ved siden av teknologi for landbasert oppfôring av kråkeboller arbeider vi også med utviklingen av systemer for sjôbasert oppfôring. Prototyper på bur, som kan stables i flere etasjer, og henges i vannsøylen er nå under utprøving. Liknende, men noe større bur, blir også testet til levende mellomlagring og oppfôring av villfangede kongekrabber.

For å fremme kråkebolleoppfôring som ny næring har Fiskeriforskning tatt initiativ til opprettelsen av et eget nettverk for kråkebolleoppdrettere. Nettverket, som nå er under etablering, støttes økonomisk av Landsdelsutvalget for Nord-Norge.

### *Fôr og fôring av marine fiskelarver*

Det såkalte "Jan Raa-fôret" har gitt god vekst og overlevelse under kontrollerte betingelser ved startfôring av steinbit. Det har også blitt rapportert å gi vekst og overlevelse ved bruk som eneste fôr til startfôring av kveite. Dette resultatet har en tidligere forsøkt å gjenta under kontrollerte betingelser, men med dårlig resultat. En medvirkende årsak til det dårlige resultatet var sannsynligvis at det ble benyttet en mindre god tørkemetode, ettersom fôret i tester oppnådde ekstreme harskningsverdier. I 1999 ble råvarer forhåndstestet med hensyn til harskningsverdier, og vi benyttet en ny metode for å tørke fôret. Dette har resultert i et fôr med svært lave harskningsverdier. Dette fôret minner mye om det originale "Jan Raa-fôret", og er i likhet med dette basert på blant annet levergrakse. Det nye fôret vil bli testet på startfôring av kveite ved Havforskningsinstituttet i 2000.

Vi har arbeidet med en videre optimalisering av startfôr til marine fiskelarver, samt fôr til yngel som skal gå over fra levende til formulert fôr (weaning). Vi har blant annet benyttet gelatin som binder, samt utviklet en metode som gjør at vi kan styre fôrets pelagiske egenskaper, noe vi anser å være et stort framskritt. Ved startfôring av rødspettelarver ga fôret god vekst og overlevelse de første tre ukene, men deretter fikk vi betydelige problemer med oppvekst av ugunstige bakterier. Dette tilsier at vi også må fokusere på forhold relatert til vannmiljø, og ikke bare ernæringsrelaterte aspekter. I et annet forsøk ble fôrets egenskaper testet på kveiteyngel som skifter fra levende til formulert fôr. I dette forsøket ga vårt fôr omtrent dobbelt så høy sluttvekt som det beste av de fôrtypene vi sammenlignet med. Disse svært lovende resultatene har medført stor interesse fra næringen, og det nye fôret vil bli testet i storskala hos flere kommersielle aktører i løpet av år 2000.

### *Vannkvalitet ved oppdrett av marin fiskeyngel*

Oppvarming av vann fører til gassovermetning. Slik overmetning kan resultere i sykdom og dødelighet hos fisk i oppdrett. Det er etter hvert rettet fokus mot skadelige effekter av selv liten grad av gassovermetning. Overmetning i dette området vil ikke føre til akutt dødelighet, men kan bidra til utvikling av sykdom ved at fisken blir stresset. Vi har utviklet en vakumdegasser som kan benyttes til å regulere nivået av gasser i vannet til ønsket nivå, og ikke bare ned mot området 101-103 % gassmetning, slik som konvensjonelle luftere. Dette kan fjerne faren for sykdomsutbrudd som følge av gassmetninger i området mellom det ufarlige og det dødelige. Degasseren har lav høyde, og sparer derfor oppdretteren for pumpekostnader i forhold til mer kolonne-lignende strukturer. I tillegg er den driftssikker og enkel å rengjøre og vedlikeholde.

Den grunne lengdestrømsrenna blir stadig mer benyttet i oppdrett av kveite og steinbit. Ved oppdrett av torskeyngel i grunne lengdestrømsrenner har fisken imidlertid store problemer med å regulere gassinholdet i svømmeblæra, slik at en betydelig andel av fisken blir svømmende med buken i været. Det har vært antatt at dette var forårsaket av at svak overmetning av nitrogen i vannet, som igjen skyldes at konvensjonelle luftere ikke lufte å fjerne gassovermetningen fullt ut. Alternativt kan svømmeblæreproblemene skyldes stress som følge av den lave vannstanden. Den nyutviklede degasseren har gjort det mulig å teste disse antakelsene. Verken overmetning av gasser eller stress synes imidlertid å være hovedårsak til de nevnte problemer. De forsøkene vi har utført så langt har ikke avdekket den egentlige årsaken til problemene.

### *Norsk oppdrettsutstyr i Kina*

Fiskeriforskning har vært engasjert av en norsk utstysproducent (Refa a.s.) til å bidra som rådgiver ved uttesting av norsk oppdrettsutstyr i Kina. De norske merdene har klart seg bra på lokaliteter som er langt mer eksponerte enn de kineserne selv benytter til oppdrett. Det er også klart at vannkvaliteten i anleggene ved slik plassering blir langt bedre enn i de tradisjonelle kinesiske merdanleggene, som gjerne ligger på svært skjermete lokaliteter med dårlig vannutskifting. Det er oppnådd gode vekstresultater med *Canadum* i de "norske" anleggene, og interessen fra kinesiske oppdrettere har vært meget stor. Dette har resultert i salg av et større antall merder fra den norske utstysproduzenten. Vi har høstet gode erfaringer med denne type samarbeid, hvor en utstysproducent knytter til seg et forskningsmiljø som kan bidra med oppdrettsmessig know how under introduksjonen av norsk utstyr i utlandet. Så positive er erfaringene at vi tror at dette konseptet for salg av norsk oppdrettsteknologi langt på vei er oppskriften for å lykkes på eksportmarkedet.

## **5.3 Eksperimentell fiskeribiologi**

### *Ernæring og vekst hos lodde*

Nye data om Barentshavloddas gyte- og larvebiologi er fremskaffet. Det er også gjennomført undersøkelser av kjønnsavhengig dødelighet og vekst hos gytemoden fisk, samt observasjoner av gyteadfærd og inkubering av egg. Temperatureffekter på dødelighet, plommesekkforbruk og spiseaktivitet hos nyklekkede loddelarver er undersøkt. Det er avdekket at loddelarver er svært lite tolerante for sult når plommesekken er oppbrukt, og at de derfor er meget avhengig av at adekvat næring er tilgjengelig på dette stadiet. Arbeidet med lodde skjer i samarbeid med biologer fra Russland og Canada.





## 6 MARINE RESSURSER

Den overordnede målsettingen med den forvaltningsrettede ressursforskningen ved Fiskeriforskning er å fremskaffe kunnskaper og resultater om de marine bestandene. Forskningsresultatene danner grunnlaget for faglig rådgivning til Fiskeridepartementet og Fiskeridirektoratet i forvaltningsspørsmål. Fiskeriforskning retter hovedinnsatsen mot følgende områder:

*Skalldyr*: reker og haneskjell i Barentshavet og Svalbardsonen;

*Sjøpattedyr*: vågekval, grønlandssel og klappmyss;

*Kystressurser*: kysttorsk og –hyse, kongekrabbe, rognkjeks, haneskjell, havert og steinkobbe;

*Flatfisk*: gapeflyndre, blåkveite, rødspette og en del andre flyndrearter; i en nasjonal arbeidsfordeling med Havforskningsinstituttet.

Det drives med metodeutvikling innen flere av disse arbeidsområdene.

### 6.1 Skalldyr

#### Reker

Fortsatt kan man observere at 1996-årsklassen mangler både i Barentshavet og i Svalbardsonen. Dette er en årsklasse som allerede i 2000 delvis skulle rekruttere til det kommersielle fiskeriet. Dette er bekymringsfullt ettersom det stort sett er bare to til tre årsklasser som inngår i rekefangstene i Barentshavet og Svalbardsonen. Det er imidlertid positivt at man samtidig observerer vi en sterk 1997-årsklasse. Torskens rekekonsum har økt i 1998 til tross for at torskebestanden er blitt redusert. Dette skyldes først og fremst at torskebestanden nå for en stor del består av fisk i alderen 2-5 år, og dette er torsk som spiser forholdsvis mye reker.

Fiskeriforskning uttrykker bekymring for rekeflåtens muligheter til å oppnå en god økonomi i de kommende tre år på grunn av den svake 1996-årsklassen som skulle rekruttere til fiskeriet i år 2000. Det foregår et økt konsum av reker fra torskebestanden og vi observerer en kapasitetsoppbygging og økt effektivitet i flåten.

*Yngelinnblanding*: Norske og russiske forskere har foreslått at en innfører et kriterium for uer på høyst 10 yngel/10 kg reker.

#### Haneskjell og hjerteskjell i Svalbardsonen og ved Jan Mayen

Det er ikke gjennomført undersøkelser av haneskjellforekomstene i Svalbardsonen og ved Jan Mayen i 1999. Det er nå flere år siden disse feltene ble fisket på. Vi vurderer ikke situasjonen for å være endret i forhold til undersøkelsene som ble foretatt i 1996.

I forbindelse med tokt til Svalbardsonen er det utført en undersøkelse på et hjerteskjell *Clinocardium ciliatum*. Dette er viktig mat for storkobbe og kvalross. Det kan leve inntil 30 år og analyser av skjellet gir viktige sjøklimateindikasjoner. For tiden foregår det fiske etter haneskjell i russisk sone av Barentshavet og innafor grunnlinja i Troms fylke. Forskningsinnsatsen i Svalbardsonen er derfor svært liten, men en ser det som viktig å opprettholde en viss kompetanse om utviklingen på feltene i dette området. Dette planlegges gjort ved at en

foretar undersøkelser i forbindelse med andre tokt som går i disse områdene. Vi gjennomfører ikke egne tokt for haneskjell.

## 6.2 Sjøpattedyr

### Vågekval

Fiskeriforsknings vågekvalforskning har først og fremst vært rettet mot å avklare og overvåke artens betydning og rolle (herunder dens fødepreferanser) i økosystemet. Det ble samlet inn mageprøver fra i alt 31 vågekvaler under den kommersielle kvalfangsten i 1999. Simultant med kvalfangsten ble det gjennomført et ressurskartleggingstokt med F/F "Johan Ruud" i perioden 31.mai-11.juni. Mellom Sørøya og Varanger ble tilgjengelige ressurser kartlagt kvantitativt i tre underområder, definert på basis av fangstposisjonene for undersøkte vågekval: 1. Vest av Sørøya, 2. Varangerfjorden, 3. Nord av Mehamnleira. Anvendt metodikk var i hovedsak akustiske mengdemålinger og tråling med flytetrål (43 trekk) og bunntrawl (2 trekk). Dette er en del av et Forskningsrådsfinansiert doktorgradsarbeide. Innsamlet materiale er ennå under opparbeiding og bearbeidelse. Foreløpige resultater synes å vise en mye større sildekomponent på kvalmenyen (41 %) i 1999 i forhold til 1998, og at også lodda spiller en større rolle i 1999 (33 %). Krillens rolle er betydelig redusert (til 15 %), likeledes hysas (6 %). Akustikkdata er ennå ikke analysert.

En viktig delmålsetning for Fiskeriforsknings økologiske undersøkelser av vågekval i 1998 og 1999 har vært å evaluere kvalenes mulige fødepreferanser, noe som har vært muligjort gjennom et prosjekt finansiert av Norges forskningsråd. Mens materialet innsamlet i 1999 ennå er under opparbeidelse, er analysene av tilsvarende materiale innsamlet i 1998 så vidt langt framskredet at noen foreløpige resultater foreligger. Mageanalysene viser at menyen til kvalene i 1998 var spesielt karakterisert av fire byttedyrgrupper: Krill, lodde, torskefisk (særlig hyse) og ungsild. Krillen dominerte byttedyrbiomassen (rundt 60%), mens andelen av ungsild var gått tilbake i forhold til 1997-resultatene. Bedret silderekuttering etter 1996 medførte økt betydning av sild på kvaldietten i 1997. I 1998 var andelen av ungsild igjen redusert, mens den i 1999 så ut til å være på vei mot gamle høyder igjen. I 1999 var det også betydelige mengder lodde på kvalmenyen i Barentshavets sørlige områder.

### Ishavssel – grønlandssel og klappmyss

Som for vågekval, har også Fiskeriforsknings studier av grønlandssel og klappmyss først og fremst vært rettet mot å avklare og overvåke artenes betydning og rolle i økosystemet, i særlig grad deres predasjon på viktige fiskebestander. Det har også vært samlet inn data fra invaderende grønlandssel tatt som bifangst i fiskeredskaper på norskekysten. Både grønlandssel og klappmyss har dessuten vært studert gjennom datainnsamlinger foretatt under kommersiell selfangst i Øst- og Vesterisen.

I samarbeide med Havforskningsinstituttet i Bergen fortsatte Fiskeriforskning innsamlinger av biologisk materiale fra sel fanget under kommersiell selfangst i 1999. I Vesterisen skulle det samles kondisjonsmål fra årsunger av både klappmyss og grønlandssel samt aldersmateriale fra begge bestander om bord i en av skutene ("Polarboy"). Hele fangstsesongen ble preget av meget vanskelige is- og værforhold, noe som hindret både fangst og prøvetaking i betydelig grad. Det ble likevel innhentet data fra 167 unger av klappmyss og 7 unger av grønlandssel. I samarbeide med Havforskningsinstituttet (som disponerte "Jan Mayen" for eget seltokt til Vesterisen i siste halvdel av mars) ble det i tillegg samlet inn reproduksjons- og aldersdata fra

155 voksne klappmysshunner, samt vevsmateriale for genetikkstudier av 50 mor/barn par av grønlandssel. I Østisen skulle det samles inn biologisk materiale som omfattet kondisjonsmål fra både voksendyr og årsunger, samt tenner for aldersbestemmelse av ett år gamle og eldre grønlandssel. Tekniske og økonomiske problemer medførte imidlertid at fartøyet ("Polnes") som skulle gå til dette området måtte avlyse sin tur. Det ble derfor ingen kommersiell norsk selfangst og følgelig heller ingen prøvetaking i Østisen i 1999. Imidlertid samlet russiske forskere inn vevsprøver for genetiske analyser av 100 grønlandsselunger inne i Kvitsjøen – prøvene er nå overført til Fiskeriforskning.

I samarbeid med russiske kolleger er fødevalgdata, samlet inn fra grønlandssel og klappmyss i Vesterisen i april-juni i perioden 1987-92, bearbeidet. Selv om de to artene på denne årstida i stor grad forekommer i de samme områder, har de en totalt forskjellig diett. Mens klappmyssens diett var nesten totalt dominert av blekksprutarten *Gonatus fabricii*, spiste grønlandsselene i hovedsakelig pelagiske amfipoder av slekten *Parathemisto*. Grønlandsselene spiste også en del krill og polartorsk, sistnevnte art ble også påvist på menyen hos klappmyss.

Det har vært sentralt for Fiskeriforskning å erverve økologisk kunnskap om grønlandssel i Barentshavet, og da spesielt i perioder av året der denne så langt har vært mangelfull og tildels helt ukjent. En helhetsvurdering av resultatene fra de økologiske undersøkelsene av grønlandssel synes nå å indikere at krepsdyr (krill og amfipoder) dominerer seldietten på sommer og tidlig høst, mens fisk, i særlig grad de tre artene polartorsk, lodde og sild, er dyrenes seinhøst- og vintermat. Forsøk med grønlandssel i fangenskap har gitt visse holdepunkter for at grønlandssel vanskelig kan klare seg på en ren krepsdyrdiett.

### **Andre sjøpattedyrarter**

Under Fiskeriforsknings feltaktivitet kan det tidvis oppstå muligheter til å samle inn verdifulle data om andre sjøpattedyrarter enn de som er direkte mål for aktiviteten. I samarbeid med Norsk Polarinstitut og Norges fiskerihøgskole (hovedfagsstudenter) gjennomføres det således undersøkelser av *ringsele*s økologi i drivisormådet i Barentshavet. Med basis i Norsk Polarinstitutt's feltarbeide og hovedfagsstudenter fra Norges fiskerihøgskole har Fiskeriforskning også vært involvert i undersøkelser av *kvitkvalens* mulige bestandsforhold belyst gjennom lydkarakterisering og *storkobbens* adferdsbiologi belyst ved anvendelse av elektronisk merking av enkeltindivider. Forsker Tore Haug var ansvarlig for arrangement/gjennomføring av et internasjonalt NAMMCO-symposium om "Harbour Porpoises in the North Atlantic" om bord i hurtigruta "Nordlys" i september 1999.

## **6.3 Kystressurser**

### **Kystsel – steinkobbe og havert**

Fiskeridepartementet innførte, med virkning fra 6.mai 1996, nye forvaltningsforskrifter for sel på norskekysten. Formålet med disse er å sikre livskraftige selbestander. Innenfor denne rammen kan selene beskattes som en fornybar ressurs, men bestandene kan også reguleres ut fra økologiske og samfunnsmessige hensyn. De viktigste forutsetninger for forvaltning i tråd med slike intensjoner er at det forefinnes informasjon om bestandenes størrelse og utvikling. Fiskeriforskning fortsatte arbeidet med å skaffe informasjon om bestandenes størrelse og utvikling i 1999. I 1999 ble det videre igangsatt mer biologisk/økologiske kystselundersøkelser idet det ble gjennomført haverttokt til Vest-Finnmark i mars og september. Hovedformålet var å samle inn data for studier av havertens diett og kveisinfeksjon i dette

området på disse årstider. Det ble totalt felt 25 dyr i mars og 21 dyr i september. Analysene av innsamlet mage- og tarminnhold er ferdig, og foreløpige resultater viser at dietten i mars var karakterisert av torskefisk og steinbit. I september utgjorde torsk og sei hoveddelen av dietten, mens det forekom noe mindre innslag av steinbit, sild og tobis.

Fiskeriforskning har tidligere (1993-1995) deltatt i undersøkelser av havertens beitevaner ved Færøyene. Resultatene ble i mars 1999 presentert på ICES-arbeidsgruppa "Working Group on Marine Mammal Population Dynamics and Trophic Interactions", og viser at arten er en utpreget fiskespiser i området, og at den særlig beskatter torskefisk som torsk, sei og hyse samt steinbit. Også resultater fra Fiskeriforskningens tidligere økologiske studier av steinkobbe i Vesterålen (i perioden 1990-1995) ble presentert på nevnte ICES-arbeidsgruppe. Disse resultatene avdekket en diett med lite sesong-variasjoner i sammensetning og der sei er dominerende byttedyr. Sild, tobis og torsk spises også. Kritiske studier av anvendt metodikk (bl.a. ved foringsforsøk med sel i fangenskap ved Akvariet i Bergen) har vist at bruk av faeces i kvantitative studier av seldiett er ytterst upålitelig. Steinkobbene tar til seg lite eller ingen mat om sommeren (ungekasting, parring), mens høsten og vinteren er en utpreget beiteperiode da dyrene også legger merkbart på seg. Antakelig tærer de på oppbygget spekklag om sommeren.

### **Kongekrabbe**

De primære målene med undersøkelsene har vært å studere krabbens bestandsbiologi, vandringsmønster og diett. Fra og med vinteren 1999 ble ansvaret for den biologiske rådgivningen på kongekrabbe overfor fiskerimyndighetene tillagt Fiskeriforskning. Dette medførte at forskningsfisket etter kongekrabbe høsten 1999 ble planlagt og tilrettelagt av Fiskeriforskning i samarbeid med Fiskeridirektoratets regionkontor i Finnmark. Toktene til Varanger i mai og til Varanger og Tana i oktober 1999 viste at krabbestanden i dette området fortsatt er i sterk vekst. Dette skyldes i hovedsak at nye sterke årsklasser av kongekrabbe ser ut til å rekruttere til bestanden i dette området. Det er først og fremst årsklassene 1992, 1993 og 1994 som ser ut til å være sterke. Disse årsklassene ble observert i store mengder i Varanger og Tanafjorden, slik at det er rimelig å anta at disse årsklassene vil bidra til økte mengder av stor kongekrabbe om ca. 3 - 5 år.

Tilsammen har Fiskeriforskning til nå merket mer enn 15 000 stykker krabber i Varanger og gjenfangsten er på ca 1500. Merketmetoden vi har utviklet har vist seg å være en suksess ved at den gir unike data på vekst i naturlige omgivelser. Likeledes har krabbetrålen vi har utviklet vist seg å være uunnværlig med tanke på å oppdage nye sterke årsklasser på et tidlig stadium. Resultatene fra bifangstundersøkelsen i 1998 tyder likevel på at de store bruksmengdene av garn og line, som blir vatnet i de kystnære områdene av Øst-Finnmark, kan innebære en bifangst av krabbe på nivå med de fastsatte fangstkvoteene i Barentshavet for 1999. I likhet med forvaltningen av alle andre krepssyrarter i verden er det også store usikkerheter knyttet til bestandsestimeringen av kongekrabbe i Varanger. Det ligger en stor utfordring i å etablere tilfredsstillende metodikk i bestandsberegningene av kongekrabbe i våre farvann.

### **Rognkjeks**

Fiskeriforskning har i 1999 gjennomført to prosjekter på rognkjeks. Det ene er den årlige bestandsvurderingen med rapportering til Reguleringsrådet. Det andre er et samarbeid med andre institusjoner om å etablere en prosedyre for aldersbestemmelse. Det har ikke vært noen etablert praksis m.h.t. aldersbestemmelse av rognkjeks. Otolittene til denne arten er ekstremt små. Det fører til at det er et spesielt behov for utvikling av metodikk og manualer både for å

finne dem, preparere og lese dem. Resultatene hittil viser at det er mulig å samle inn og lese rognkjeksotolitter rutinemessig, men usikkerheten i aldersestimatene er foreløpig for stor for praktisk anvendelse. Det er et klart behov for å videreføre dette samarbeidet for å øke presisjon og nøyaktighet i aldersbestemmelsene.

Innsamling av fangst, innsats og biologiske data ble foretatt av rognkjeksfiskere under det ordinære fisket våren 1999. I alt ble elleve fiskere engasjert for å delta i undersøkelsene. Også i 1999 var det problemer med markedssituasjon og det var relativt liten deltakelse i fisket. Vi fikk derfor data fra kun fem av de engasjerte fiskerne. Prøvene ble tatt ved Laukvik i Lofoten, ytre Senja, ved Loppa og i indre Varangerfjord. Alle disse områdene er kjente, gode lokaliteter for rognkjeksfiske fra tidligere undersøkelser. Fangstene lå lenge rundt 3-400 tonn og dette nivået kan derfor antas å være bærekraftig. Nedgangen i bestanden (målt som CPUE) skjedde i en periode med vedvarende svært store årlige landinger. I denne perioden viste fangstene en nedadgående trend samtidig som fangst pr enhet innsats falt til ca 20% av tidligere nivå. De reguleringstiltakene som anvendes på denne bestanden har vist seg å være uegnet til å begrense fangstuttaket i et bestemt år. Fangstuttaket er i stor grad bestemt av pris og markedssituasjonen. Således var uttaket svært høyt i 1997 og svært lavt i 1998, på tross av samme reguleringstiltak. Fiskeriforskning har i flere år anbefalt at det settes totalkvote for rognkjeks i stedet for eller i tillegg til fartøykvoter. For 2000 var vår anbefaling å stanse fisket.

### Norsk kysttorsk

Etter tre år (1992-94) med innledende trål-akustiske bestandsundersøkelser til ulike deler av kystområdet Varanger - Stadt, ble de trål-akustiske toktene i den neste femårsperioden (1995-99) utvidet til å dekke hele utbredelsesområdet til norsk kysttorsk på kyststrekningen Varanger- Stadt. I tillegg benytter vi den "historiske årsklasseanalysen" (eller VPA Virtual population analysis). Denne metoden forutsetter et bredt og solid datamateriale om både fangster og bestandsparametre. I perioden 22.10-21.11.1999 ble kysttoktet 1999 gjennomført ved bruk av FF «Jan Mayen» i kystområdet Varanger - Stadt. Den totale torskbiomassen på strekningen var på omlag 93.000 tonn, basert på den trål-akustiske metoden, og forholdet kysttorsk/norsk arktisk torsk er foreløpig ikke beregnet, fordi vi ikke er ferdige med øresteinsanalysene før i mars 2000. Disse analysene danner basis for separasjonene av kysttorsken fra norsk arktisk torsk.

Med grunnlag i fangststatistikken og data fra de trål-akustiske toktene ble både total- og gytebestand beregnet. Gjennomsnittlig størrelse på totalbestanden fra 1984-1998 var på 268 tusen tonn mens gj.sn. gytebestand av norsk kysttorsk i perioden har vært 165 tusen tonn (ICES 2000). Disse biomassene er *betydelig høyere* enn bestandsanslagene fra de trål-akustiske toktene som vi har gjennomført. Dette er imidlertid helt normalt, fordi trål-akustiske bestandsestimater alltid gir lavere biomasse sammenlignet med VPA-estimer. I den undersøkte perioden har bestanden av kysttorsk sammenlignet med bestanden av norsk arktisk torsk variert fra 10-25%. Tidligere har det vært antatt at bestanden av norsk kysttorsk har utgjort omlag 5 % av bestanden av norsk arktisk torsk. Ved Fiskeriforskning utarbeidet vi i 1998 nødvendig dokumentasjon for den fremgangsmåten som er benyttet i utarbeidelsen av oppsplittingen av fangstene på norsk arktisk torsk og norsk kysttorsk. Dette ble presentert "Arbeidsgruppen for arktiske fiskerier" i ICES i august 1998. Vi har nå tilstrekkelig data til å beregne en VPA med en TAC framskrivelse for år 2001 for norsk kysttorsk på overnevnte arbeidsgruppe i København i august 2000.

## **Andre kystressurser**

Det er betydelige biomasser av fisk som står i kystområdene. Dette kommer fram ved de årlige kystressurstoktene basert på den trål-akustiske metoden. Toktene gir samtidig en god oversikt av hva som befinner seg av marine levende ressurser i kystsonen på den lange strekningen mellom Varanger og Stadt. Kystressurs-toktet er viktig fordi det på et tokt, som er allokert til norsk kysttorsk, er mulig å få en oversikt over kystnære ressurser. Vi har i de siste årene merket en økning i antallet henvendelser fra folk og institusjoner om fisk- og skaldyrressurser på utvalgte områder av kysten, etterhvert som flere blir klar over våre undersøkelser. Vi tror at disse dataene og resultatene i fremtiden vil benyttes i deponi- og utslippsvurderinger til havet, i kystsoneplanlegging, konsekvensanalyser og ikke minst i fisk- og rekebestandsvurderinger.

## **6.4 Flatfisk**

Flatfiskforskningen ved Fiskeriforskning har til nå hovedsakelig omfattet gapeflyndre, blåkveite, rødspette og lomre. Samtidig har vi en mindre, men kontinuerlig aktivitet på en del mindre kjente arter, slik som smørflyndre, sandflyndre og glassvar. Alle disse flatfiskartene har mange biologiske likhetstrekk som samtidig skiller dem fra andre fiskearter. Dette gjelder særlig kjønnsespesifikke strategier med hensyn til vekst, reproduksjon og dødelighet. I 1999 ble det meste av innsatsen lagt på blåkveite.

### **Blåkveite**

Fiskeriforskning avsluttet i 1999 prosjektet "Spawning and nursery of North-East Atlantic Greenland halibut". Dette prosjektet ble gjennomført, delvis med støtte fra Norges forskningsråd i perioden 1997-99. I hele perioden har det vært et nært og godt samarbeid med Havforskningsinstituttet, Norges fiskerihøgskole og Møreforskning med flere faglige møter og felles publisering. Prosjektet har hatt tre primære arbeidsoppgaver: For det første å beskrive gyteaktiviteten i tid og rom, for det andre å beskrive populasjonsstrukturen på gytefeltet gjennom året, og for det tredje å beskrive utbredelsen av ungfisk i tid og rom.

Prosjektet har:

- vist hvordan ungfiskutbredelsen varierer fra år til år.
- vist hvordan variasjonen i utbredelse av ungfisken er assosiert med variasjoner i det fysiske miljø.
- etablert en ny metode for beregning av modningssammensetning basert på enkle gonade-
- vist at gytingen i hovedgyteområdet mellom Nord-Norge og Bjørnøya hovedsakelig foregår i desember.
- identifisert en egen gruppe med tidlig modnende individer på gytefeltet i gytetiden.
- bidratt med de første feltregistreringene av egg fra blåkveitebestanden i våre farvann.
- samlet erfaring om håndtering av blåkveite for eksperimentering med levende fisk.
- dannet grunnlag for en prosjektsøknad vedrørende dynamikken på gytefeltet m.h.t. stasjonærhet, migrasjon og vertikaldistribusjon i forhold til alder og modningsutvikling.

## Gapeflyndre

Bestanden forekommer spredt i et meget stort område og i størsteparten av dette området er fangstratene relativt lave. De høyeste fangstratene av gapeflyndre større enn 30 cm finner en ved Tiddly og Thor-Iversen bankene, samt i Bjørnøyarena, Hopendypet og Storfjordrenna. Tidligere undersøkelser har vist at en betydelig del av bestanden finnes utenfor disse toktenes dekningsområde. Det er rimelig å anta at totalbestanden av gapeflyndre i Barentshavet i dag er i størrelsesorden 100 000 tonn.

Det eksisterer ikke noe tradisjonelt fiske etter gapeflyndre i Norge. Det er imidlertid en svært vanlig bifangstart i bunntål. Norske fartøy kaster den stort sett over bord, mens russerne leverer noe til konsum. Rapporterte russiske fangster har de siste årene variert mellom null og 3000 tonn. Gapeflyndre blir også fisket ved Canadas østkyst, men denne er noe større enn den vi finner i Barentshavet. Tidligere undersøkelser indikerer at det også eksisterer et potensielt europeisk marked for gapeflyndre fra Barentshavet. De har vært gjort et par forsøk på å starte opp et direkte fiske på denne bestanden, men man har foreløpig ikke oppnådd tilstrekkelig økonomi i fangstleddet. Det er mulig at denne relativt spredte ressursen best kan utnyttes ved å ta vare på det man kan få som bifangst i andre fiskerier.

## 6.5 Metodeutvikling

### Bruk av lokal kunnskap

Undersøkelsene av lokal økologisk kunnskap blant fiskere ble igangsatt ved et Forskningsrådsprosjekt i 1993. Formålet var å kartlegge lokale fiskeres økologiske kunnskap og å analysere hvordan denne kunnskapen kunne benyttes i den ressursbiologiske forskningen. Prosjektet ble avsluttet i 1996. Etter den tid har en opparbeidet en del av data materialet samt brukt noe tid til ferdigskrivning av publikasjoner. Bearbeidelsen av intervju materialet fra Finnmark har så langt gitt oss en omfattende oversikt over lokale gytefelt for torsk i Finnmark. Dette materialet inneholder også felter som ble utfisket på 1970 - tallet og som ikke lenger eksisterer. I tillegg har dette materialet dannet grunnlag for utarbeidelse av en oversikt over den lokale fiskeriaktiviteten gjennom året. Kontaktnett av fiskere langs Finnmarkskysten er også viktig i forbindelse med en undersøkelse av bifangst av kongekrabbe i det ordinære fisket i perioden 1997-99. Her benyttet en seg av den kontakten en hadde med enkeltfiskere i området.

Resultatene fra dette prosjektet har medført at vi nå er invitert som partnere i et lignende prosjekt på Shetland. Prosjektet er søkt finansiert gjennom EU.

### Optimalisering av toktdesign - subjektiv prediksjon

Det er tidligere påvist at for å estimere bestandsstørrelse av rekebestanden er kunnskapen om det relative forholdet mellom reketetthet ( $\text{kg pr. nm}^2$ ) i de ulike strata avgjørende for en optimal toktdesign. Dette har det vært mulig å utnytte de senere år fordi de relative reketetthetene har vært nokså konstante. Det er imidlertid høyst realistisk å forvente situasjoner der et slikt forhold vil forandre seg, og der forskere eller andre vil ha klare subjektive oppfatninger om dette uten at det foreligger modeller som forutsier slike forandringer. I tillegg kan det være situasjoner med dårlig vær, ødelagt redskap eller lignende, som gjør at data ikke fremskaffes eller er av dårlig kvalitet. I slike tilfeller vil det være interessant å kunne bruke *subjektiv kunnskap* på en kvantitativ og vitenskapelig måte.

Utifra dette er et pilotforsøk satt i gang for å undersøke potensialet til subjektiv prediksjon videreført, der forskere og mannskap foran hvert trålhal skriver ned en minimumsverdi, en mest sannsynlige verdi og en maksimumsverdi for hvor mange kg reker de mener det vil bli i neste trålhal. De subjektive prediksjonsforsøkene er videreført både under reketoktet i Barentshavet i april/mai, samt under kysttoktet i oktober/november. De foreløpige resultatene ser lovende ut på flere måter: Scoreprosenten for en og samme person ser ut til å være rimelig konstant fra tokt til tokt. Videre ser det ut til at skeivheten i prediksjonene jevnt over er liten. I tillegg er det få grove bommer, dvs. prediksjoner der avstanden fra fasit (faktisk biomasse i trålhal) og predikert verdi er stor i forhold til bredden på prediksjonsintervallet. Dette gjelder både for forskere og mannskap involvert i forsøkene.

### **Diettanalyse av sjøpattedyrs fødepreferanser**

Vedrørende diettanalyse av sjøpattedyr er det blitt satt mer fokus på problemet med forskjellig evakueringsrate for ulike byttedyr og byttedyrstørrelser, blant annet ved studier av hvilken betydning fordøyelsesgraden til byttedyrene har på diettindeksen. I denne forbindelse er en teoretisk modell studert, der fordøyeshastigheten pr. kg byttedyr øker proporsjonalt med byttedyrets overflateareal pr. kg. Modellen består i å tilnærme byttedyrets form med en tredimensjonal ellipsoide, der forholdet mellom halvaksene karakteriserer byttedyrets form. Eksempelvis vil en lodde i forhold til en torsk både ha et relativt stort forhold mellom lengde og største breddemål, og mellom største og minste breddemål: Lodda er både mer langstrakt og flattrykt enn torsken. Under ellers like forhold vil generelt fordøyeshastigheten i kg/min. være ca. proporsjonal med byttedyrets lengde. Noen grove, men realistiske overslag viser at justering av diettindeksene for ulik fordøyeshastighet kan ha dramatisk effekt, hvilket vanskeliggjør arbeidet med å sannsynliggjøre fødepreferanser.

### **Utvikling av videoanimasjoner**

Svært mye av forskningsoppgavene innen marine ressurser består av analyser av prosesser simultant i rom og tid. I mange tilfeller vil presentasjon av resultater i form av videovisualisering gi en ekstra dimensjon som øker både abstraksjonsnivå og effektivitet i formidlingen betraktelig. Videoanimasjon kan også være et slagkraftig virkemiddel i forskningssammenheng ved at forskeren får helt andre impulser i forhold til mer statiske presentasjonsformer. I tråd med dette har vi foretatt en betydelig utvikling av videoanimasjoner ved hjelp av Matlab som dataverktøy. En av videoanimasjonene som er utviklet viser en kombinasjon av *fangst pr enhet innsats* i Barentshavet og Svalbardområdet basert på daglig fangststatistikk kombinert med åpning og stengning av rekefelt for perioden 1980-99. Utviklingen er finansiert av et prosjekt i regi av Norges forskningsråd vedrørende regulering av rekefiske utifra innblanding av fiskeyngel. Denne og to andre animasjoner ble demonstrert under en internasjonal Matlabkonferanse i Finland i november 1999.



## 7 FORMIDLINGSAKTIVITETER OVERFOR INDUSTRIEN

Fiskeriforskningens overordnede kvalitetsmål er at forskningsresultatene tas i bruk og skaper lønnsomhet og vekst. Det ligger også nedfelt i vårt formål at vi skal drive aktiv formidling av forskningsresultater til næringa. Målene for vår næringsrettede forskningsformidling er å:

- få forskningsresultatene tatt i bruk
- høyne det generelle kompetansenivået i næringen
- få tilbakemelding fra brukerne om relevansen på vår forskning
- få idéer og innspill fra næringa om viktige forskbare problemstillinger og initiering av brukerrettede prosjekter

### *Satsing overfor fiskeindustrien*

Gjennom Fiskeridepartementets særskilte midler til satsing på industri- og markedsrettet forskning har Fiskeriforskning organisert og gjennomført nettverk, kurs og seminarer for å overføre kompetanse til fiskeindustrien og initiere nye utviklingsprosjekter.

I løpet av prosjektperioden ble det utviklet følgende kurs, seminarer og nettverk.

Seminar: Ozon og UV-behandling som alternative desinfeksjonsmetoder i fiskeindustrien

Seminar: Automatisering av filetproduksjon

Seminar: Utnyttelse av biprodukter fra fiskerinæringen.

Kurs: Kvalitetsbestemmelse av fersk og frosset fisk ved hjelp av QIM.

Kurs: Produksjon og videreforedling av saltfisk (torsk).

Kurs: Norsk fiskeindustri - en næringsøkonomisk gjennomgang (avholdes i 2000)

Over grunnbevilgningen er det finansiert aktiviteter for å styrke Fiskeriforskning sin næringskompetanse og kontakt med fiskeindustrien, nasjonalt og internasjonalt. Blant aktiviteter i 1999 kan nevnes:

- Samarbeid med Fiskerinæringens Landsforening (FNL) med mål å konkretisere industriens prioriteringer vedrørende instituttets infrastruktur (forsøkshall) og kompetanseprofil i lys av FNLs reviderte FoU-plan.
- Samarbeid med Norges fiskerihøgskole om utforming av undervisningstilbudet i prosess-/næringsmiddelteknologi, og Fiskeriforskningens rolle i denne undervisningen.
- "Miniseminar" i Hammerfest 24.02.99: "Fra forskning til forretningsidé", arrangert av Hammerfest kommune med fiskeindustrien som målgruppe. Seminaret hadde ca 25 deltakere fra fiskeindustri, forvaltning og finansieringsinstitusjoner.
- Nordisk nettverk for fiskeindustri (NNF) arrangerte en konferansen "Innovations in the fishing industry" på Vestmannaeyar, Island i mai 1999. Fiskeriforskning presenterte et innlegg med tittelen "Application of ozone in the fishery sector".
- Fiskeriforskning deltok i september, sammen med tørrfiskprodusenter fra Lofoten, på en besøksrunde til importører og tørrfiskbløtere i Italia. Tema for denne markedsrundten,

som ble arrangert av "Tørrfisknæringens markedsføringsselskap" (TMS), var dialog med kjøpere og brukere om kvalitet på tørrfisk, markedsutvikling, priser, mv.

- Samling av Saltfiskforum-bedriftene" i Tromsø. Hovedtema for samlingen var markedsføringen av norsk saltfisk og hvordan norske produkter og leverandører blir oppfattet i markedet. Et annet tema var saltemetoder for åtesprengt råstoff. Fiskeriforskning hadde tre deltakere på samlingen, som bidro med ett foredrag.

### *Fadderstipend*

Ordningen med fadderstipend under NT-programmet er opprettet for å stimulere til og å bistå nordnorske bedrifter til økt bruk av forskere/eksterne kompetansemiljøer til problemløsning og faglig oppdatering. Fadderstipend ordningen drives i dag i samarbeid med TEFT-programmet.

Stipendiet kan kun finansiere bruk av "spisskompetanse", dvs det som er utover normal konsulentbistand. Det kan innvilges opptil kr 100.000, pluss kr 20.000 i reisestøtte fordelt likt på begge parter.

I løpet av 1999 ble det underskrevet kontrakter for i alt åtte fadderstipend. Fire av disse åtte ble avsluttet i 1999.

### *Oppdragsforskning*

Med oppdragsforskning menes at forskningsoppdraget er betalt av en eller flere bedrifter. Dette er "lukket" forskning der oppdragsgivere som oftest har eksklusive rettigheter til resultatene. Denne formen for forskningsformidling mener vi er det absolutt mest effektive med hensyn til å få resultatene tatt i bruk. En for stor andel av brukerfinansiert forskning kan imidlertid begrense mulighetene til å formidle resultater som burde komme hele industrien til nytte. I 1999 hadde vi oppdrag direkte finansiert av industrien på ca. 14 prosent av den totale omsetningen. De fleste prosjektene hadde en størrelse på under kr 200.000,-.

Det bør poengteres at på tross av forholdsvis lav andel av direkte næringsfinansierte oppdrag, er størstedelen av forskningen som utføres ved Fiskeriforskning næringsrettet. Et betydelig antall av offentlig finansierte prosjekter utføres i nært samarbeid med industrien. Det er videre utstrakt bruk av næringsrepresentasjon i styringsgrupper og ulike referansefora knyttet til prosjektene.

### *Formidling av resultater fra åpne prosjekter*

Resultatene fra åpne prosjekter dokumenteres i åpent tilgjengelige rapporter. Med jevne mellomrom utarbeides en oppdatert oversikt over tilgjengelige rapporter.

Ved avslutningen av prosjektene utarbeides ofte egne pressemeldinger og kortfattede, populariserte faktaark. I 1999 ble det utarbeidet 4 pressemeldinger og 14 faktaark (informasjonsbrev).

Vi har etablert en omfattende adressedatabase der over 6000 næringsaktører er inkludert. Vi har abonnementstilbud der vi med jevne mellomrom sender ut utvalgt informasjon, blant annet vårt månedlige informasjonsbrev.

Fiskeriforskning legger vekt på å få fram forskningsresultater i næringens egne media. I 1999 ble det utarbeidet 19 populariserte artikler til disse.

Instituttets forskere stimuleres til å holde foredrag på næringsorganisasjonenes årsmøter og andre møter, kurs og seminarer i næringen både på nasjonalt og regionalt plan. I 1999 har vi registrert 78 brukerrettede foredrag rettet mot aktører innen fiskerinæringen.



# Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:  
Muninbakken 9-13  
Postboks 6122  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:  
Kjerreidviken 16  
N-5141 Fyllingsdalen  
Telefon: 55 50 12 00  
Telefaks: 55 50 12 99  
E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

ISBN 82-7251-441-9  
ISSN 0806-6221